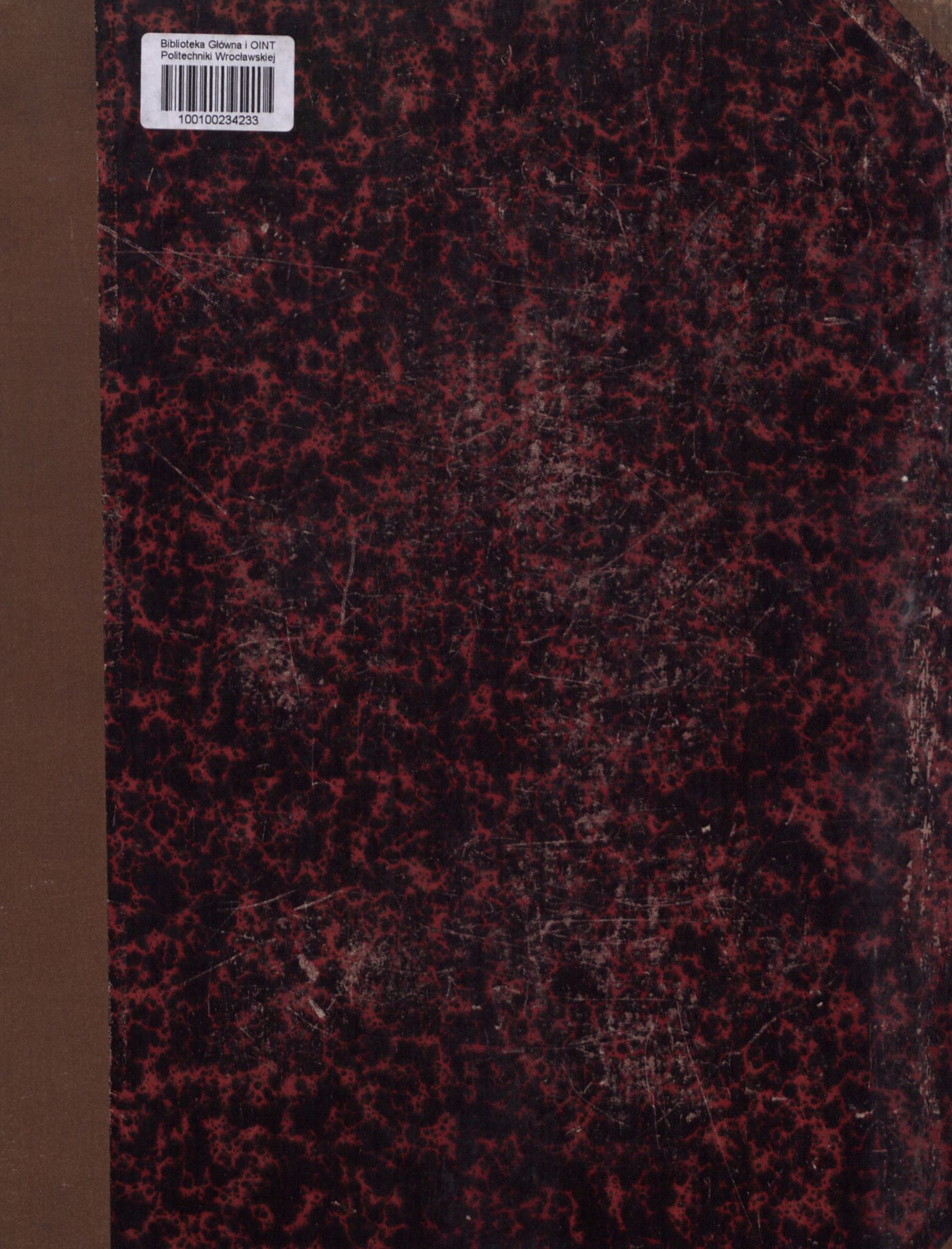



POLITECHNIKA
BIBLIOTEKA
GŁÓWNA
WROCŁAWSKA

# ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

## MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

---

REDACTIONS-AUSSCHUSS:

O. BAENSCH, WIRKL. GEH. OBERBAURATH. H. OBERBECK, GEH. OBERBAURATH. O. LORENZ, GEH. BAURATH. Dr. H. ZIMMERMANN, GEH. BAURATH.

REDACTEURE:

**OTTO SARRAZIN UND OSKAR HOSSFELD.**



## JAHRGANG XLI.

MIT LXXIII KUPFERTAFELN IN FOLIO UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.










**BERLIN 1891.**
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN
(VORMALS ERNST & KORN)
WILHELMSTRASSE 90.






HERAUSGEGEBEN
IM
MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

REDACTIONS-AUSSCHUSS:

F. ENDELL, OBERBAUDIRECTOR. J. W. SCHWEDLER, WIRKL. GEH. OBERBAURATH. O. BAENSCH, WIRKL. GEH. OBERBAURATH. H. OBERBECK, GEH. OBERBAURATH. O. LORENZ, GEH. BAURATH.

REDACTEURE:

OTTO SARRAZIN UND OSKAR HOSSFELD.

JAHRGANG XXXXI. 1891. HEFT I BIS III.

## INHALT:



**Für den Buchbinder.**

Bei dem Einbinden des Jahrgangs sind die „Statistischen Nachweisungen" aus den einzelnen Heften herauszunehmen und — in sich entsprechend geordnet — **vor** dem Inhaltsverzeichnifs des Jahrgangs dem Uebrigen anzufügen.



BERLIN 1891.
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)
WILHELMSTRASSE 90.



JAHRGANG XLI. 1891. HEFT I BIS III.

# Das Museum für Naturkunde der Universität Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 1 bis 6 im Atlas.)



Mit dem Beschlufs der Königlichen Staatsregierung vom Jahre 1874, das Gebäude der geologischen Landesanstalt und Bergakademie auf dem Grund und Boden der ehemaligen Königlichen Eisengiefserei in der Invalidenstrafse in Berlin zu errichten, war bestimmt worden, den weitaus gröfseren Grundstücktheil für die Neubauten der landwirthschaftlichen Hochschule und des Museums für Naturkunde zu verwenden. Durch die Wahl dieses Bauplatzes für den letztgenannten Bau sollten die Beziehungen der Studirenden zu den wissenschaftlichen und technologischen Sammlungen der Bergakademie und der landwirthschaftlichen Hochschule und ihre bequeme Theilnahme an diesen der Anwendung der Naturkunde gewidmeten Anstalten gesichert werden.

Vor etwa einem Jahrhundert ist der Grund zu den naturkundlichen Sammlungen gelegt worden. In den Räumen des ersten und zweiten Stockwerks der Berliner Universität breiteten sich diese Sammlungen allmählich so weit aus, dafs ihr Reichthum in dem Universitätsgebäude als eine drückende Last empfunden wurde. Die Uebersichtlichkeit der Sammlungen selbst für die Verwaltung und die Lernenden, ihre Benutzung für die Forscher waren im höchsten Mafse erschwert, und ebenso die geforderte räumliche Entwicklung der Universität für die Vorlesungen behindert. Der Neubau eines Museums für Naturkunde war daher nach allen Seiten ein befreiendes Unternehmen.

Die sämtlichen Sammlungen und Institute des Museums für Naturkunde bis auf die Abtheilung, welche die lebende Pflanzenwelt umfafst, stehen in dem Neubau in innerer Verbindung. Es wird in demselben nicht nur der Unterricht und die Arbeit der Lehrenden geübt, sondern die wissenschaftlichen Schätze dienen hier auch den Forschern und allen Gebildeten des Volkes zur Benutzung. Dieser neue Gedanke, die Universitätssammlungen auch für die öffentliche Belehrung verfügbar zu machen, wurde für die Einrichtung des Gebäudes bestimmend. Die vollständigen und wohlgeordneten Sammlungen für die Forschung auf dem Gebiete der Naturkunde sind in den beiden oberen Stockwerken untergebracht und jedem Berufenen zu wissenschaftlicher Arbeit geöffnet, ebenso hier auch die Unterrichtsanstalten für Anleitung der Studirenden zu eigener Beobachtung und Untersuchung. Dem allgemeinen Bildungsbedürfnifs dagegen kommen die Schausammlungen des Erdgeschosses entgegen, in welchen in folgerichtiger Vorführung die charakteristischen Gestaltungen der Versteinerungs-, Gesteins- und Thierkunde aufgestellt sind. Nur das zoologische Institut ist in einem der Gebäudetheile gesondert von der thierkundlichen Sammlung eingerichtet, weil die Leitung desselben von der Verwaltung der Thiersammlungen getrennt ist.

Es wäre von höchstem Vortheil gewesen, wenn der Plan für die Trennung der Sammlungen in eine Schau- und wissenschaftliche Abtheilung bereits bei der Entwurf-Bearbeitung mafsgebend gewesen wäre. Er ist aber erst bei einem Wechsel in dem Directorate der zoologischen Abtheilung festgestellt worden. Der Bau war zu dieser Zeit nach dem früher gegebenen Programme, welches eine einheitliche Aufstellung aller Bestandtheile der Sammlungen forderte, im Rohbau bereits aufgeführt. Für die Trennung der Sammlungen wären andernfalls zweifellos zwei völlig verschiedene Bausysteme gewählt worden, das eine für die Schausammlung in freierer räumlicher und bequem übersichtlicher Aufstellung der Schaustücke, das andere für die wissenschaftliche Hauptsammlung nach Art der Einrichtung neuerer Bibliotheken in der Form einer Magazinirung der Gegenstände. Nun mufsten beide Abtheilungen in ähnlicher Weise in den durchaus gleichartig angelegten Räumen des Gebäudes, die Hauptsammlung lediglich gedrängter als die Schausammlung, aufgestellt werden. Ein vor dem Baubeginn von dem Architekten vorgelegter Bauplan, welcher die Magazinirung der Sammlungen in grofsen, mit vierfachen Galerieen ausgestatteten Räumen vorschlug, hatte nicht die Zustimmung der mafsgebenden Stellen gefunden; er ist im Deutschen Bauhandbuch, Berlin, E. Töche 1884, Band II, zweiter Halbband S. 541, bekannt gemacht worden, um festzustellen, dafs in der That der Gedanke einer neuen, eigenartigen Aufstellung der grofsen Sammlungen lebendig gewesen ist. Trotzdem ist es aber als ein glücklicher Erfolg der Bauausführung zu verzeichnen, dafs der Bau, wie er jetzt vorhanden ist, den in der Zeit veränderten Anforderungen der Aufstellungsbedingungen ein genügendes Mafs an Raum darbietet.

Der Neubau des Museums für Naturkunde liegt inmitten der beiden Gebäude für die geologische Landesanstalt und Bergakademie einerseits und für die landwirthschaftliche Hochschule anderseits. Von dem 463,11 Ar grofsen Grundstück der ehemaligen Eifsengiefserei sind 12028 qm der Verwaltung für das Bergwesen, 11204 qm derjenigen für die Landwirthschaft übergeben worden, und 20071 qm nimmt der Neubau des Museums für Naturkunde ein. Ein Grundstückstreifen von 507 qm ist zur Verbreiterung der Invalidenstrafse vor diesen drei Bauten längs des ganzen Grundstückes frei gelassen. Während die Bauten der Bergakademie und der landwirthschaftlichen Hochschule in die hierdurch gegebene neue Fluchtlinie der Invalidenstrafse rechts und links einspringen, bleibt die Front des Museums für Naturkunde inmitten dieser beiden Bauten gegen die Fluchtlinie zurück, und es bildet sich vor diesem Gebäude ein mit gärtnerischen Anlagen geschmückter Vorplatz. Zur Zeit ist der zur späteren Strafsenverbreiterung vor allen drei Gebäuden bestimmte Grundstückstreifen aber ebenfalls noch gärtnerisch geschmückt, und ein einfaches Eisengitter schliefst die Gesamtanlage in der bisherigen Strafsenflucht gegen die Invalidenstrafse ab.

Der Bauplan des Museums für Naturkunde zeigt zwei Haupttheile, einen fast geviertförmigen vorderen Bau, der bei 85 m Frontlänge zum Theil zwischen den beiden benachbarten Gebäuden hervortritt, und hieran anschliefsend einen etwa 140 m langen Querbau mit vier ungefähr 37 m langen Flügelbauten, die zwischen sich drei 23 m breite Höfe belassen. Dieser zweite Theil des Gebäudes dehnt sich hinter den Nachbargebäuden

gleichmäfsig nach rechts und links aus. Der vordere Theil ist den Zwecken der Versteinerungs- und Gesteinskunde, der hintere Theil der Thierkunde zugewiesen, und hiervon der äufserste westliche Flügelbau allein dem Institut für zoologische Arbeiten, während die Thiersammlung alle übrigen Räume in Besitz hat.

Das Bauwerk besteht aus einem 3,50 m hohen Unterbau

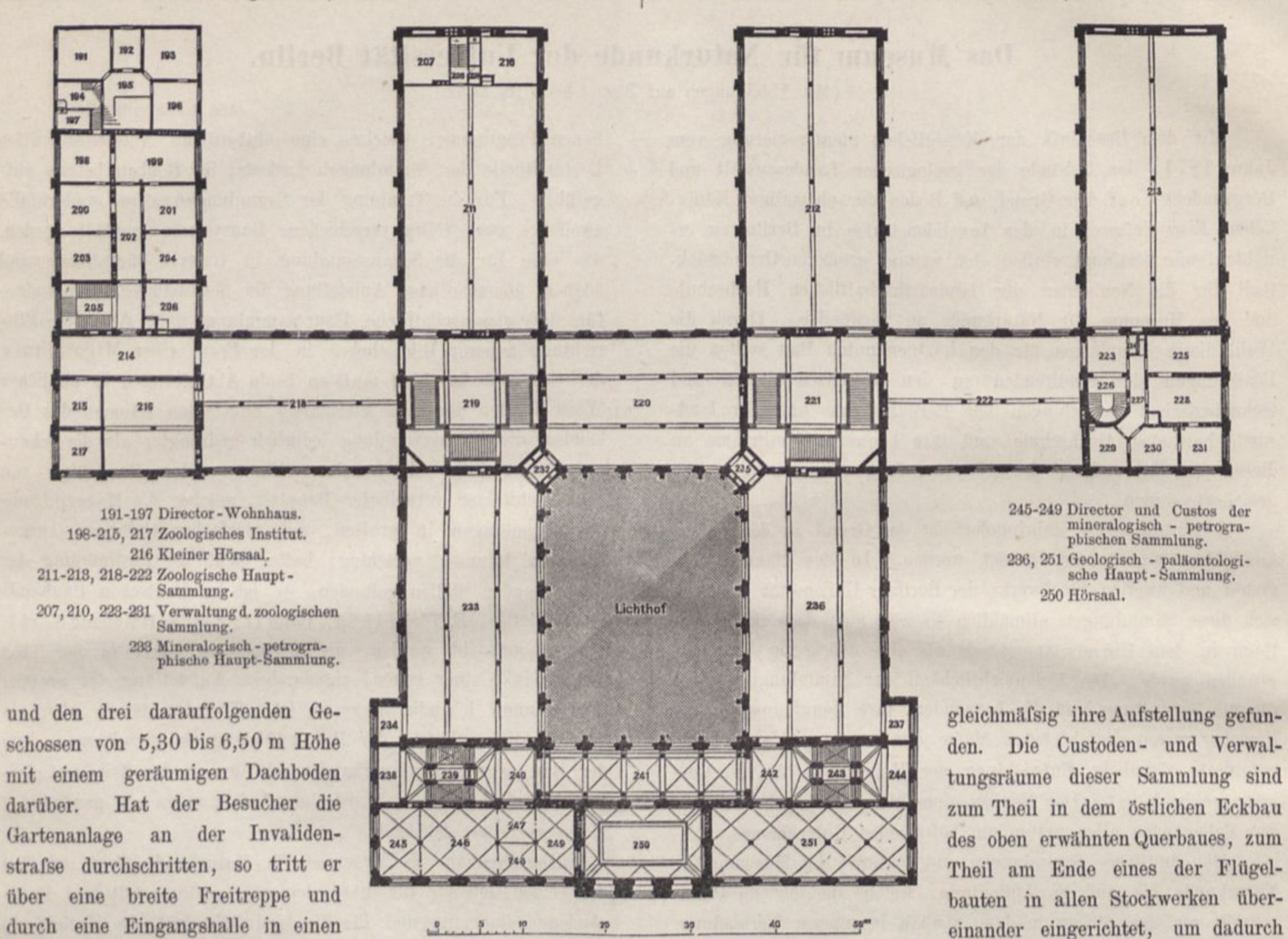



Abb. 1. Museum für Naturkunde in Berlin. Grundrifs vom 1. Stock.

und den drei darauffolgenden Geschossen von 5,30 bis 6,50 m Höhe mit einem geräumigen Dachboden darüber. Hat der Besucher die Gartenanlage an der Invalidenstrafse durchschritten, so tritt er über eine breite Freitreppe und durch eine Eingangshalle in einen langgestreckten Flur. Geradeaus öffnet sich ein zwei Geschosse hoher, glasbedeckter Raum von 23 zu 32,5 m Ausdehnung als Eingang zur Sammlung für Thierkunde. Rechts und links machen Steintreppen die zu beiden Seiten liegenden Räume der paläontologischen und mineralogischen Sammlungen und Institute zugänglich. Die Schausammlungen liegen hier, wie die der Thiersammlung, in den Erdgeschofsräumen ausgebreitet. Die Hauptsammlungen für Paläontologie und Mineralogie befinden sich im ersten, die Arbeitsräume für die Studirenden im zweiten Stockwerk. Die Hauptsammlung für Thierkunde dagegen hat, wie bemerkt, in den beiden oberen Stockwerken des hinteren Gebäudetheils gleichmäfsig ihre Aufstellung gefunden. Die Custoden- und Verwaltungsräume dieser Sammlung sind zum Theil in dem östlichen Eckbau des oben erwähnten Querbaues, zum Theil am Ende eines der Flügelbauten in allen Stockwerken übereinander eingerichtet, um dadurch die Aufsichtsbeamten den einzelnen Abtheilungen der Sammlungen möglichst nahe zu bringen. Für den Director des zoologischen Instituts ist an den westlichen Flügelbau, der für dasselbe besonders eingerichtet ist, ein selbständiges Dienstwohngebäude angebaut.

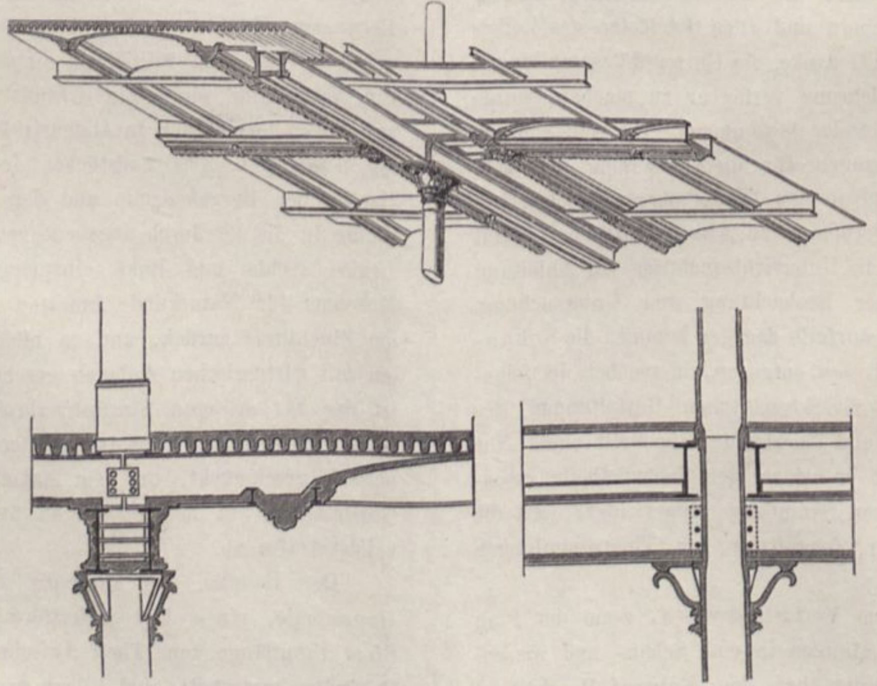


Abb. 3. Construction der Decken.

Wie im vorderen Gebäudetheile die Geschosse durch zwei steinerne Treppen unter sich verbunden sind, liegen zwei eiserne, bedeutendere und mit Oberlicht erhellte Treppen für die Verbindung der Räume der Thiersammlung an den Durchdringungsstellen der beiden mittleren Flügelbauten und des langen Querbaues. Der mittlere Zwischenhof der Flügelbauten wird von den Anlagen für die Beheizung des Gebäudes eingenommen.

Ein grofser freier Grundstücktheil hinter dem Bauwerk von 35 m mittlerer Breite bis zur Nachbargrenze hat zunächst Gartenanlagen erhalten und wird seiner Zeit zur Vergröfserung der Museumsanlage dienen können. Zur Zeit sind hier, neben einer Knochenbleiche für die Thiersammlung, Aquarien, eine Teichanlage mit fliefsendem Wasser, Vogelhäuser, Stallungen

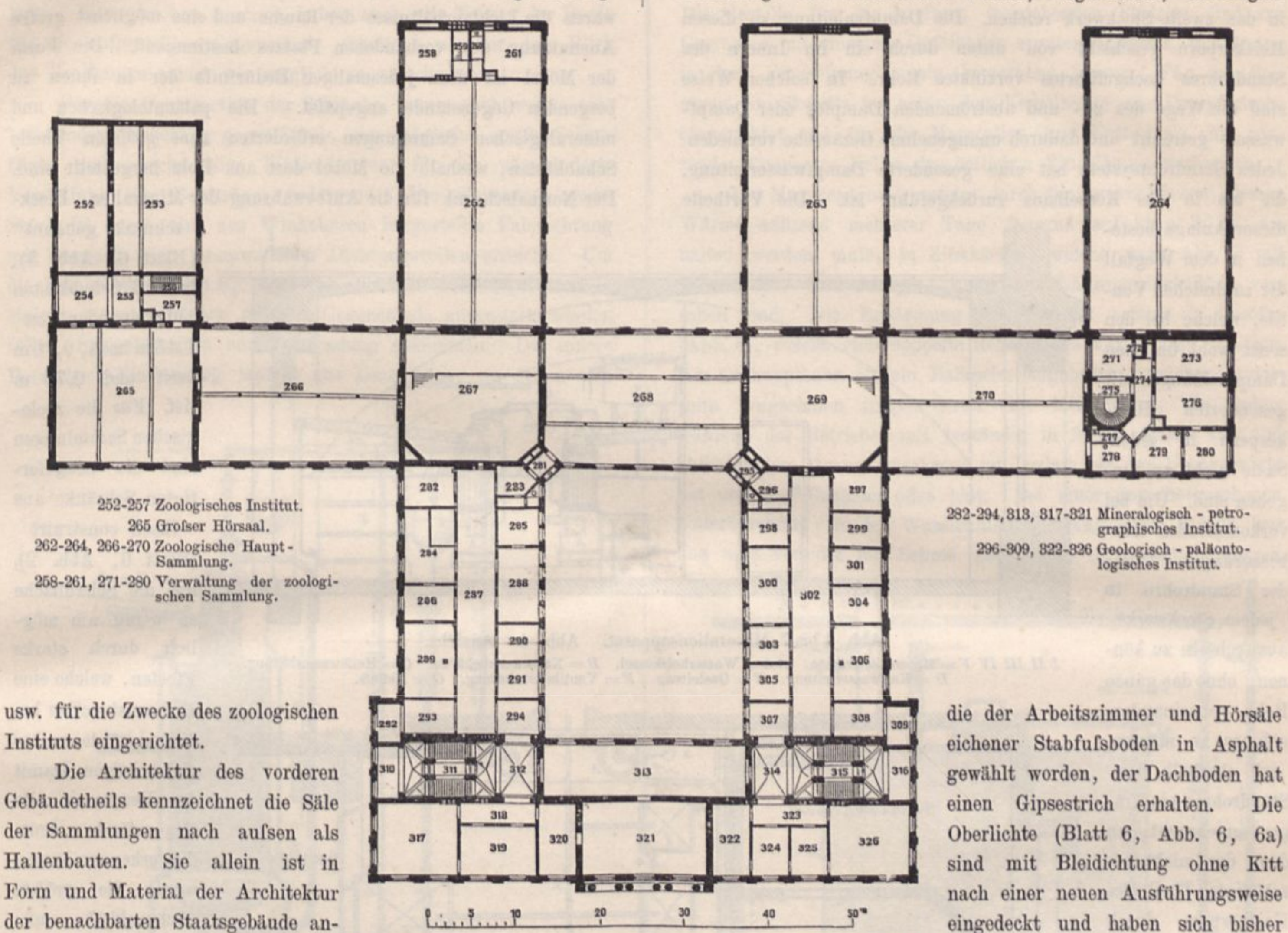



Abb. 2. Museum für Naturkunde in Berlin. Grundrifs vom 2. Stock.

usw. für die Zwecke des zoologischen Instituts eingerichtet.

Die Architektur des vorderen Gebäudetheils kennzeichnet die Säle der Sammlungen nach aufsen als Hallenbauten. Sie allein ist in Form und Material der Architektur der benachbarten Staatsgebäude angepafst. Der hintere Gebäudetheil dagegen ist aus Sparsamkeitsrücksichten in Ziegelbau ausgeführt. Nach dem Entwurfe sollte das Vordergebäude mit den Nachbarbauten zur Vereinigung der Gebäudegruppe zu einem Ganzen durch seitliche Hallen verbunden werden, diese gelangten aber der Kosten wegen nicht zur Ausführung. Die Architekturformen sind im hellenistischen Sinne gehalten. Ueberall mufste die höchste Beschränkung in der Formgebung walten; ein bedeutenderer äufserer Schmuck wurde allein dem Mittelbau zu Theil durch die Standbilder der Gelehrten Johannes Müller und Leopold von Buch zuseiten des Mittelportals sowie der Reliefbildnisse Ehrenbergs, A. von Humboldts und Weifs' über den Fenstern des zweiten Stockwerks. Die innere Ausstattung der Räume ist ebenso die denkbar einfachste, um den Blick von den ausgestellten Gegenständen nicht abzulenken.

Das Gebäude ist mit Ausschlufs des hölzernen Dachstuhls feuersicher hergestellt. Die Decken sämtlicher Räume des Kopfbaues, des Langhauses und des westlichen Flügelbaues, sowie aller Räume im zweiten Stockwerk sind mit porigen Steinen zwischen eisernen Trägern eingewölbt. Die drei anderen Flügelbauten haben im Erdgeschofs und ersten Stockwerk Gipsgufskappen mit dreifacher Leinwandeinlage zwischen eisernen Trägern und einen tragenden Wellblechbelag erhalten (Abb. 3). Für die Fufsböden der Flure und Sammlungssäle ist Terrazzo, für die der Arbeitszimmer und Hörsäle eichener Stabfufsboden in Asphalt gewählt worden, der Dachboden hat einen Gipsestrich erhalten. Die Oberlichte (Blatt 6, Abb. 6, 6a) sind mit Bleidichtung ohne Kitt nach einer neuen Ausführungsweise eingedeckt und haben sich bisher vortrefflich bewährt.

Für die Frontenflächen des Kopfbaues ist Tuffstein aus den Brüchen bei Brohl am Rhein und für die Architekturtheile Rackwitzer Sandstein aus Schlesien zur Verwendung gekommen. Die übrigen Fronten sind mit $^1/_4$- und $^1/_2$-Steinen aus der Siegersdorfer Ziegelei in Schlesien verblendet und nur die Sockel und Gurtgesimse, Fenstersohlbänke und Hauptgesimsplatten sowie die Bekrönungen der Pfeilerverstärkungen der Frontwände sind aus Alt-Warthauer Sandstein hergestellt worden. Für die Säulen der Hauptflurhalle im Kopfbau ist Mainsandstein, für die der Ausstellungssäle daselbst sind polirter schwedischer Granit und Syenit aus dem Fichtelgebirge verwendet worden. Die massiven Treppen im Kopfbau haben einen Belag aus belgischem Kalkstein, die beiden schmiedeeisernen Haupttreppen einen solchen aus Kunstmarmor erhalten. Die Wände der Schausammlung des zoologischen Museums sind in Schulterhöhe mit gemusterten Thonfliesen aus der Fabrik von Duvingneau in Magdeburg bekleidet. Alle Lichtöffnungen sind mit hölzernen Doppelfenstern geschlossen, um den Rufs der benachbarten Fabrikschornsteine von den Ausstellungsgegenständen thunlichst fern zu halten.

Das Gebäude wird von einer Stelle aus erwärmt (vgl. Blatt 5), und zwar haben die Sammlungsräume eine Dampfheizung mit einem hierorts neuen Standrohrsystem, die Arbeits- und Verwaltungsräume Dampfwarmwasserheizung, die Treppen-

häuser dagegen, Flur-Gänge und -Hallen sowie der glasbedeckte Hof eine Dampfluftheizung erhalten. Das Standrohrsystem besteht aus senkrechten Rippenrohren, welche vom Keller aus bis in das zweite Stockwerk reichen. Die Dampfzuleitung zu diesen Heizkörpern geschieht von unten durch ein im Innern des Standrohres hochgeführtes verzinktes Rohr. In solcher Weise sind die Wege des zu- und abströmenden Dampfes oder Dampfwassers getrennt und dadurch unangenehme Geräusche vermieden. Jedes Standrohrsystem hat eine gesonderte Dampfwasserleitung, die bis in das Kesselhaus zurückgeführt ist. Die Vortheile dieser Anlage bestehen in dem Wegfall der zahlreichen Ventile, welche bei den sonst wohl üblichen Dampfheizungen mit gesonderten Heizkörpern in jedem Saale nicht zu umgehen sind. Um bei vorkommenden Ausbesserungen Theile der Standrohre in jedem Stockwerke auswechseln zu können, ohne das ganze Rohr auseinandernehmen zu müssen, ist oberhalb des Standrohres ein Träger angebracht, an dem der nicht beschädigte Theil des Heizkörpers durch einen Flaschenzug von dem beschädigten abgehoben werden kann. Zur Erreichung eines gleichmäfsigen Luftumlaufes in den einzelnen Geschossen sind die Standrohrnischen in Fufsbodenhöhe durch einzelne Zwischenböden in entsprechende Abtheilungen getrennt. Das Kesselhaus mit hohem Schornstein im mittleren Hofe und in der Mittelachse der gesamten Bauanlage enthält vier Walzenkessel von je 63 qm wasserberührter Heizfläche. Um die Sammlungen vor Verunreinigung durch Rufs zu schützen, wurde auf die Anlage der Feuerung eine ganz besondere Sorgfalt verwandt, und es ist in der That gelungen, vermöge Donneleyschen Wasser-Patentrostes eine rauchfreie Verbrennung zu erzielen. Die Treppenhäuser, Flure und Sammlungssäle werden bis auf $+15^{0}$, die Hörsäle und Arbeitszimmer bis auf $+20^{0}$C. erwärmt. Für die Sammlungssäle ist ein einmaliger Luftwechsel in sechs Stunden, für die Arbeitsräume und Auditorien ein drei- bis viermaliger in der Stunde vorgesehen worden.

Für die Aufstellung der Schränke, Pulte usw. (Blatt 6) waren die Lichtverhältnisse der Räume und eine möglichst grofse Ausnutzung des vorhandenen Platzes bestimmend. Die Form der Möbel ist dem jedesmaligen Bedürfnifs der in ihnen zu bergenden Gegenstände angepafst. Die paläontologischen und mineralogischen Sammlungen erforderten zum gröfsten Theile Schubkästen, weshalb die Möbel dort aus Holz hergestellt sind. Der Normalschrank für die Aufbewahrung der Mineralien, Blockschrank genannt (Blatt 6, Abb. 3), hat 13 Schubkasten übereinander, ist 1,45 m hoch, 0,70 m breit und 0,70 m tief. Für die zoologischen Sammlungen sind die neugefertigten Schränke aus Eisen construirt (Blatt 6, Abb. 2), um die Schaufläche so wenig wie möglich durch starke Pfosten, welche eine Holzconstruction bedingen würde, zu beeinträchtigen. Damit der Beschauer alle Gegenstände deutlich erkennen könne, wurde die gröfste Schrankhöhe auf 2,5 m festgesetzt; die Tiefe richtete sich ganz nach der Gröfse der auszustellenden Gegenstände. Die Aufstellung der Schränke erfolgte auf Grund früher ausgeführter Probebauten nach dem sog. Fischgräten-System. Von einem Mittelschrank in der Längsachse des Saales, in welchen dessen Deckenstützen eingebaut sind, zweigen sich den Fensterachsen entsprechend in Entfernungen von 5 bis 6 m zu beiden Seiten Flügelschränke ab, und es werden hierdurch dreiseitige Schrankabtheilungen gebildet, die von der vierten, offenen Seite durch breite Fenster ihr Licht erhalten. Die so in dem grofsen Saale gebildeten kleineren Räume bieten den Vortheil einer ruhigen ungestörten Beobachtung, für welche die Lichtquelle sich im Rücken des Beschauers befindet. Um die sehr verschieden gefärbten zoologischen Gegenstände von dem Hintergrunde der Schränke sich deutlich abheben zu lassen, ist ein

Abb. 4 bis 7 Macerationsapparat. Abb. 4. Ansicht.
*I II III IV V* = Macerationskästen. *A A* = Wasserheizkessel. *B* = Kaltwasserbehälter. *C* = Heifswasserleitung. *D* = Kaltwasserleitung. *E* = Gasleitung. *F* = Ventilationsleitung. *G* = Abflufs.

Abb. 5. Grundrifs.

mattes Graugelb als Anstrichfarbe der Innenseiten der Schränke gewählt worden, welches milder als Weifs auf das Auge wirkt und dabei trotzdem Umrisse und alle Farbentöne klar erkennen läfst. Den gleichen Anstrich haben auch alle Träger der Borde für die aufgestellten Gegenstände erhalten, um vor dem Blick des Beschauers soviel wie möglich zu verschwinden.

Für die Construction der Schränke waren auch weiter eine vollständige Sicherung gegen Staub, eine möglichst grofse Schaufläche und zweckmäfsige Einrichtungen für die ungehinderte Verstellung der Bordträger bedingend. Die Sicherung gegen Staub ist durch eine aus Winkeleisen hergestellte Falzdichtung mit Sammet oder baumwollenen Dichtungsrollen erreicht. Um die Schaufläche durch Sprossenwerk nicht zu behindern, sind in einigen Sälen, in denen gröfsere Gegenstände ausgestellt werden sollen, Spiegelscheiben zur Verwendung gekommen. Die innere Bordträger-Einrichtung besteht aus Lochleisten, an denen sich

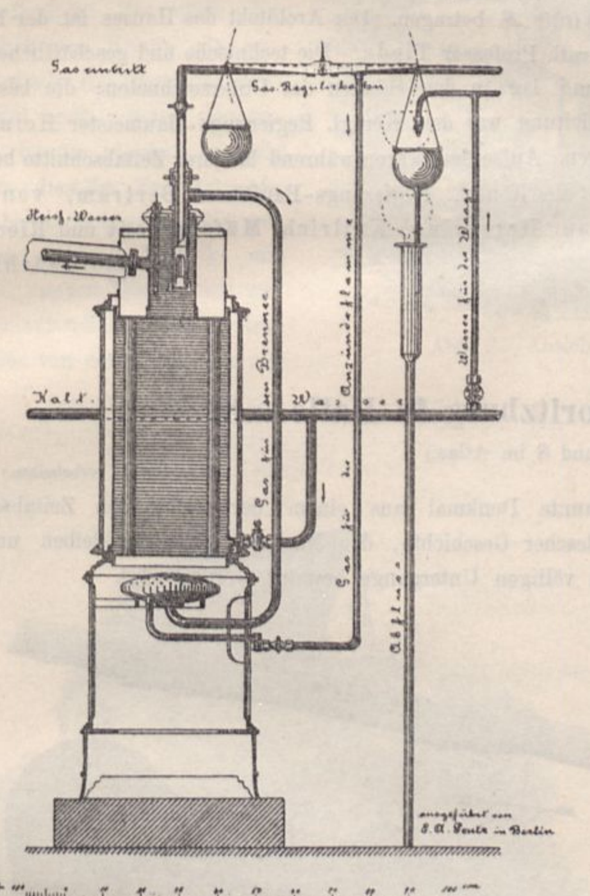


Abb. 6. Wasserheizkessel mit selbstthätiger Gasregulirung.

Consolen und Querträger in beliebiger Höhe anbringen lassen. Die sonst üblichen festen Brettlagen sind fast überall durch diese Querträger aus T-Eisen ersetzt, die sich gleichfalls in beliebiger Anzahl einlegen lassen, und so werden ganz nach Bedürfnifs höhere oder niedrige Räume und breite oder schmale, genügend sichere Aufstellungsflächen möglich gemacht. Durch diese Ausführung sind die tiefen Schatten, welche die festen Brettlagen auf die darunter stehenden Gegenstände werfen, vermieden worden. Nur zum Tragen von Spirituspräparaten, Muscheln usw. sind Blechtafeln oder auch in der Schausammlung Glasplatten vorgesehen. Um den Schrank auch in seiner Tiefe verändern zu können, sind die aus Wachsleinwand bestehenden mittleren Zwischenwände beweglich und können ohne Schwierigkeit entfernt werden. Die Schrankthüren endlich haben einen Baskülverschlufs mit besonders geformtem Sicherheitsschlüssel erhalten. Der äufsere Anstrich der Schränke ist dunkel indigoblau, und ihre äufsere Form ohne jede architektonische Gliederung eine schlichte Umrahmung der ausgestellten Gegenstände. Die Gestelle für die grofsen, freistehenden Skelette sind aus Gasröhren mit einzelnen Gufstheilen zusammengesetzt, und treten in ihrer Erscheinung wenig bemerkbar hervor. Für das Reinigen der Skelette ist neben dem Kesselhause eine Dampfwäsche eingerichtet und für die Maceration und Entfettung sind passende Räume im Keller des östlichen Flügelbaues vorhanden.

Die Maceration[1]) erfolgt durch fliefsendes Wasser, dessen Wärme während mehrerer Tage dauernd auf etwa 25° C. erhalten werden mufs, in Zinkkästen, welche nach Abb. 7 mit Wasser-Zu- und Abflufs, sowie mit Lüftungseinrichtung versehen sind. Die Erwärmung des Wassers erfolgt in Gasöfen (Abb. 6), welche eine doppelte Regulirungs-Vorrichtung besitzen. Am Gashaupthahn ist ein Balancier angebracht, welcher beiderseits Wagschalen trägt, deren eine mit Schrot, die andere während des Betriebes mit beständig in feinem Strahl zu- und abfliefsendem Wasser beschwert ist, sodafs sie das Uebergewicht hat und den Gashahn offen hält. Bei einer unvorhergesehenen Unterbrechung in der Wasserzuleitung läuft diese Schale leer und wird von der mit Schrot beschwerten in die Höhe gezogen,

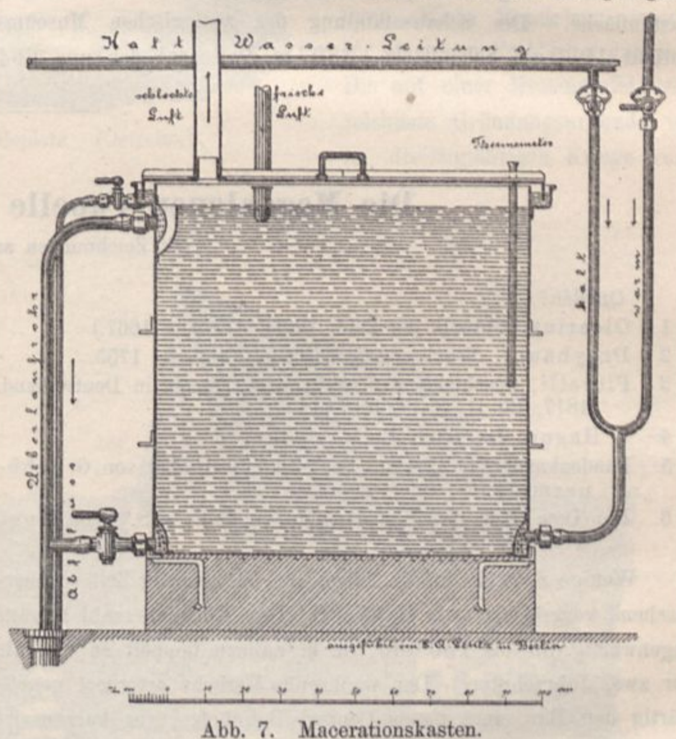


Abb. 7. Macerationskasten.

wobei der Gashaupthahn sich schliefst. Damit aber bei dem Wiederanlassen des Wassers kein nutzloses Ausströmen von Gas und später eine Explosion stattfinden kann, ist eine in der Zeichnung nicht dargestellte Gas-Umleitung vorhanden, welche von dieser Regulirung unabhängig ist und dauernd eine geringe, zur Unterhaltung einer schwachen Flamme ausreichende Gasmenge zuführt. In dieser Weise ist für die Zeit, in welcher eine besondere Beaufsichtigung des Apparates nicht möglich ist, vorgebeugt, dafs das Wasser in den Oefen verkocht und diese ausschmelzen. Eine zweite Regulirung des Gaszutrittes erfolgt innerhalb des oberen Kesseltheils mittels einer Quecksilberfüllung,

1) Aehnliche Vorrichtungen sind durch Prof. Heschl (Das pathologische Institut in Graz. Graz 1875) und A. B. Meyer (Knochen-Entfettungs-Apparat des geologischen Museums in Dresden. Dresden 1890) beschrieben.

welche bei steigender Wasserwärme das schräg abgeschnittene Rohr-Ende der Gaszuleitung mehr und mehr schliefst. Die Wirkung des Quecksilbers wird dadurch verstärkt, dafs sich innerhalb desselben ein unten offener Luftcylinder befindet, dessen Inhalt an der Ausdehnung theilnimmt. Die sonstige Anordnung des Apparates ist aus den Zeichnungen (Abb. 4 bis 7) hinreichend klar ersichtlich.

Die Entfettung geschieht durch Benzin, welches mittels eines Wasserbades in einem geschlossenen, oben gekühlten Cylinder verdampft wird und bei der Rückwandlung in den flüssigen Zustand auf die zu entfettenden Knochen herabfällt. Der mit der Handhabung verbundenen Feuersgefahr wegen ist hierfür im Keller ein besonderer feuersicherer Raum eingerichtet. — Der Macerations- wie der Entfettungsapparat sind von der Firma E. A. Lentz in Berlin ausgeführt und als die zur Zeit vollkommensten ihrer Art zu bezeichnen. In unmittelbarer Nähe der beiden Räume für Macerations- und Entfettungsarbeiten ist eine Trockenkammer mit örtlicher Heizung und Lüftung angeordnet.

Die paläontologische Sammlung umfafst 235 qm Schaufläche und 3306 qm Schubkastenfläche, die mineralogisch-petrographische Sammlung 240 qm Schaufläche und 3444 qm Schubkastenfläche. Die Schausammlung des zoologischen Museums enthält 1990 qm Schaufläche, 3897 m Zwischenböden und 664 Schmetterlingskästen; zur Hauptsammlung gehören 7838 qm Schaufläche, 19 186 m Zwischenböden und 4636 Schmetterlingskästen. Ein Normal-Mineralienschrank mit 13 Schubkästen kostet 92 ℳ und wiegt ohne Füllung 56 kg, mit Füllung der paläontologischen Sammlung 142 kg, mit Füllung der mineralogisch-petrographischen Sammlung 161 kg; 1 m eiserner Doppelschrank der Schausammlung, 1 m tief mit $^6/_4$ Glasverglasung wiegt 309,5 kg und kostet 360 ℳ; 1 m Schrank der Hauptsammlung wiegt 275 kg und kostet 297 ℳ. Die Construction ist nach Fortfall der Zwischenwände eine einfachere und daher billigere geworden.

Die Kosten des eigentlichen Baues mit Ausschlufs der inneren Einrichtung haben rund 3 200 000 ℳ betragen, sodafs bei rund 8145 qm bebauter Fläche auf 1 qm 394 ℳ und bei rund 182303 cbm Rauminhalt auf 1 cbm etwa 17,5 ℳ entfallen. Die Kosten der inneren Einrichtung werden rund 970 000 ℳ betragen. Der Architekt des Hauses ist der Königl. Baurath Professor Tiede. Die technische und geschäftliche Oberleitung lag in den Händen des Unterzeichneten; die besondere Bauleitung war dem Königl. Regierungs-Baumeister Hein übertragen. Aufserdem waren während längerer Zeitabschnitte beschäftigt die Königl. Regierungs-Bauführer Bertram, von Derschau, Herrnring, Kullrich, Müfsigbrodt und Riecks.

F. Kleinwächter.

---

# Die Magdalenen-Capelle der Moritzburg in Halle a. S.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 7 und 8 im Atlas.)



Quellen:

1. Olearius, Chronik der Stadt Halle. (Leipzig 1667.)
2. Dreyhaupt, Beschreibung des Saal-Creyses. 1755.
3. Fiorelli, Geschichte der zeichnenden Künste in Deutschland. 1817, Bd. II, S. 182 bis 183.
4. v. Hagen, Die Stadt Halle. 1867.
5. Baudenkmäler der Provinz Sachsen. Bearbeitet von G. Schönermark.
6. Der Dom und die Domgemeinde zu Halle a. S. Von Hugo Albertz. 1888.

Wenige deutsche Städte haben sich in neuester Zeit so überraschend vergröfsert, wie Halle a. S. Ihre Einwohnerzahl beträgt gegenwärtig 95 bis 100 000, d. h. nahezu doppelt so viel als vor zwei Jahrzehnten. Der wachsende Verkehr erfordert gegenwärtig den Bau eines neuen Central-Bahnhofes, vor kurzem ist das schöne Theater vollendet; die klinischen Bauten an der Magdeburgerstrafse, die Universitätsbibliothek und andere bedeutende öffentliche Gebäude, zum nicht geringsten Theile endlich die zahlreichen privaten Neubauten innerhalb und in nächster Umgebung der Stadt zeugen von deren stetiger, von Jahr zu Jahr zunehmender Entwicklung. Solchen erfreulichen Neuerungen fallen naturgemäfs viele der schönen alten Bau- und Kunstwerke zum Opfer, an denen Halle einst einen reichen Schatz besafs. Immer mehr verschwinden die für Sachsen so eigenartigen Portale aus der Zeit der Gothik und frühen Renaissance, und besonders beklagenswerth ist der Abbruch des schönen, zuletzt allerdings sehr baufälligen „Thalhauses"*) am Markt. Um so erfreulicher ist es, dafs die Moritzburg, ohne Frage das bedeutendste, in weiteren Kreisen leider zu wenig bekannte Denkmal aus einem der wichtigsten Zeitabschnitte Hallescher Geschichte, der Nachwelt erhalten bleiben und vor dem völligen Untergange bewahrt werden wird.

*) Aufnahmen von Hugo Steffen, Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1886.

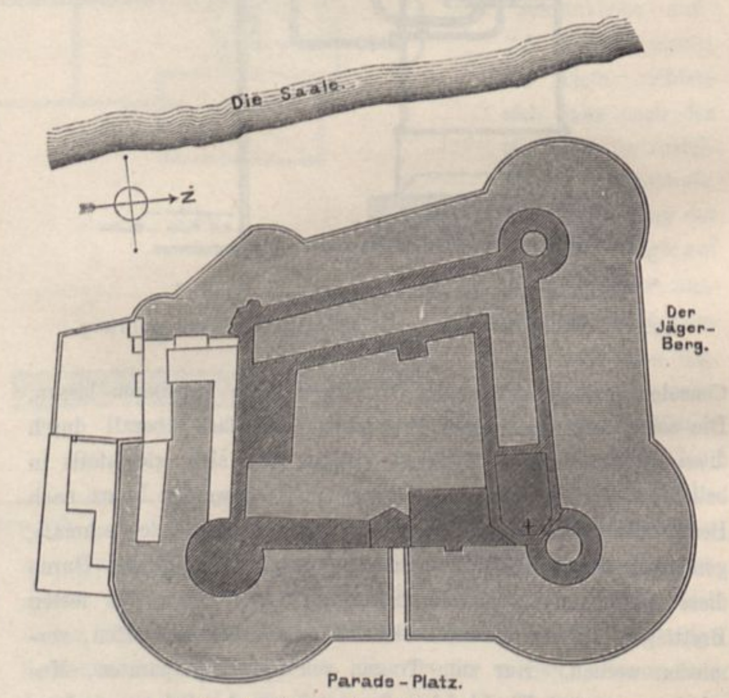


Abb. 1. Moritzburg in Halle a. S. Lageplan.

Von der grofsen Ulrichstrafse aus gelangt man durch zwei kurze Nebengassen auf den Paradeplatz und hat hier die Ruine vor sich, wie Abb. 2 sie darstellt. Tritt man in den Garten der „Loge" zur Rechten (vgl. Abb. 3) oder gelangt man

auf Umwegen ans jenseitige Ufer der Saale, oder dringt man bis in den Burghof vor (vgl. Abb. 4), immer aufs neue wird man in Erstaunen versetzt beim Anschauen dieser trotzigen Feste mit ihren starken Mauern, ihren gewaltigen Thürmen und Thoren.

Den Grundstein zur Burg legte am 25. Mai 1484 Erzbischof Ernst von Magdeburg (geb. 1464), der dritte Sohn des damaligen Kurfürsten Ernst von Sachsen. Dem heiligen Moritz, Magdeburgs Schutzpatron, wurde der Bau geweiht und nach ihm benannt. Mit Gewalt hatte der junge Kirchenfürst im Jahre 1479 die widerspenstige Stadt bezwungen, und um seine Macht zu befestigen, baute er das starke Schlofs, das noch im dreifsigjährigen Kriege als unüberwindlich (insuperabilis, munitissima) galt. Seine Gesamtanlage ist die gleiche, wie die des um dieselbe Zeit erbauten Wittenberger Schlosses. Ein gewaltiges Gebäude-Viereck mit starken, runden Eckthürmen und ringsumlaufendem, tiefem Graben, der von der Saale aus mit Wasser gefüllt werden konnte, schliefst den geräumigen Burghof ein (vgl. den Lageplan Abb. 1). An der Ost- und Nordseite vermittelten Zugbrücken die Verbindung mit der Stadt und dem Vorgelände.

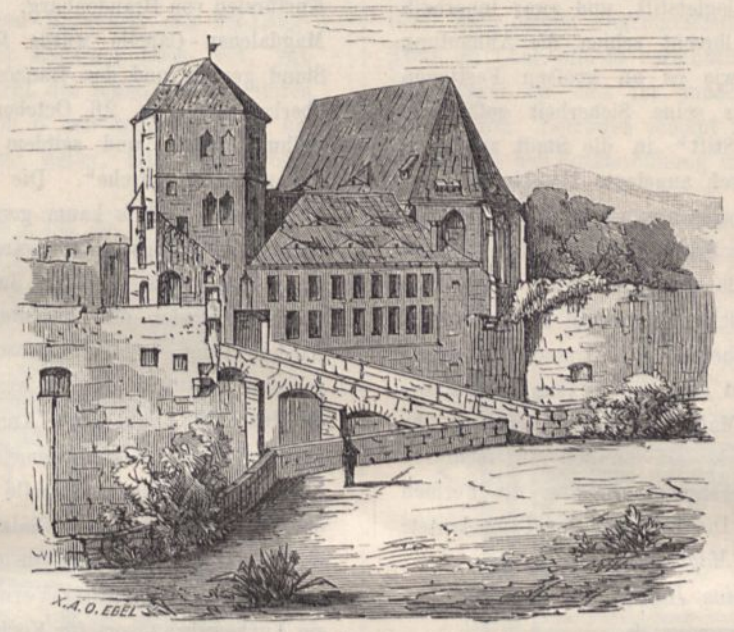


Abb. 2. Ansicht vom Paradeplatz. (Ostseite.)

Verdienen alle Reste der Burganlage aufmerksame Beachtung, so soll diese Mittheilung doch insbesondere nur der in der Nordostecke der Burg angelegten Capelle gelten, von der die Atlasblätter 7 und 8, sowie die in den Text eingestreuten Abbildungen, Grundrisse, Schnitte und verschiedene Einzelheiten geben. Während die Burg selbst zum gröfsten Theil schon 1503 vollendet war mit Aufwand einer Bausumme von 150 000 Gulden, baute man an der Capelle noch bis zum Jahre 1509. Sie wurde aufs reichste ausgestattet mit Reliquien, Gefäfsen, Bildsäulen und anderen Kostbarkeiten, die einen Werth von 20 000 Gulden gehabt haben sollen. Der heiligen Maria Magdalena wurde der Bau vom Erzbischof geweiht. Die auf einer Messingtafel verzeichnete Gründungsurkunde ist im dreifsigjährigen Kriege verloren gegangen; sie lautete:

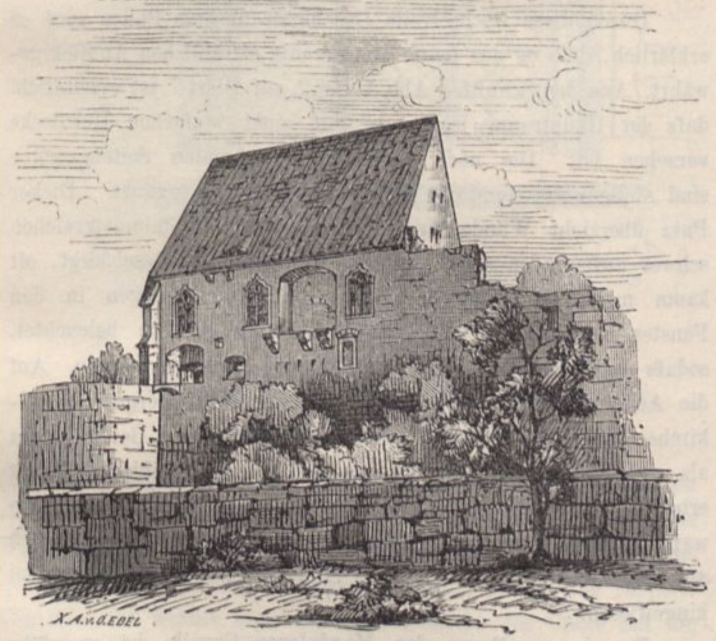

Abb. 3. Ansicht vom Jäger-Berg. (Nordseite.)



Abb. 4. Ansicht vom Burghofe. (Südseite.)

Magdalenen-Capelle der Moritzburg in Halle a. S.

*„Ernestus Princeps Saxorum & Episcopus idem*
*Condidit hanc aedem, Mariaeque in honore sacravit*
*Magdalenae Christo, novaque ille desuper arma*
*Fixit; erat nonus terquinque ad secula nati*
*Annorum Christi, cum prima condita staret.*
*Haec est aula dei & superbis habitatio sanctis."*

Eine Steinplatte mit dem Kirchenwappen, das nicht mehr deutlich zu erkennen ist, und der erhabenen Inschrift: **ARMA HVIS ECCLE. 1·5·0·9.** (Arma hujus ecclesiae 1509) befindet sich an der Westmauer im Innern über der Empore. Schon im Jahre 1513 starb Erzbischof Ernst, erst 49 Jahre alt; seinen Leichnam birgt das schöne Hochgrab Peter Vischers im Magdeburger Dome, sein Herz aber wurde in der Magdalenen-Capelle beigesetzt. Ihm folgte der in der Geschichte der Baukunst wohlbekannte Erzbischof Albrecht, mit seinem vollen Titel: Kurfürst, Cardinal und Erzbischof Albrecht II. von Mainz und Magdeburg, Markgraf von Brandenburg. Er ist der Bruder des Kurfürsten Joachim I. von Brandenburg, als Schutzherr Tetzels und Widersacher Luthers oft genannt. Die Künste pflegte Albrecht

wie kein anderer deutscher Fürst seiner Zeit. Dürer und Cranach haben beständig für ihn gearbeitet, in Halle und in Mainz schaffte er der Entwicklung der Renaissance breiten Boden. Seiner nie ruhenden Baulust verdanken beide Städte eine Reihe ihrer bedeutendsten Baudenkmäler, so Halle seine Dom- und Marienkirche, die Residenz, die Anlage des Marktplatzes und den Friedhof. Schon Erzbischof Ernst hatte die Absicht gehabt, ein neues priesterliches Collegiatstift, und zwar innerhalb der Moritzburg, zu gründen. Albrecht schien die Anhäufung vieler Menschen im Burghofe, wie es an grofsen Festtagen unvermeidlich gewesen wäre, für seine Sicherheit gefährlich. Er beschlofs daher, das „neue Stift" in die Stadt zu legen, und baute für dasselbe die gothisch angelegte Domkirche unter reichlicher Verwendung von Renaissanceformen aus. Solange der Bau dauerte, mufste aber die Schlofscapelle auch als Stiftskirche benutzt werden und wurde dazu im Jahre 1514 vom Erzbischof geweiht. Die aus weichem Sandstein kunstvoll hergestellte und bunt bemalte Weihetafel ist, trotzdem Figuren und Wappen voll herausgearbeitet sind, noch ziemlich gut erhalten. Neben spätgothischem Mafswerk finden sich an ihr feine Renaissanceverzierungen, wie sie ähnlich an mehreren Prachteingängen des Domes vorkommen und an die Formen der Certosa bei Pavia erinnern. Die Inschrift der Tafel lautet:

*Opt. Max. Ac dive Magdalene*
*Tutelari Albertus cuius Haec*
*Signa Dignitatē Genusque de-*
*clarăt Hăc Edem ipse dedicavit.*
*Ani Chri M.D.XIIII Kal. Aug. XI.*
*(22. Juli 1514.)*

Der reiche Schatz an Heiligthümern und Kostbarkeiten, den Erzbischof Ernst bereits erworben hatte, wurde durch Albrecht noch bedeutend vermehrt und erreichte bald einen Ruf in der ganzen christlichen Welt. Nachdem im Jahre 1523 der Dombau vollendet war, wurde die Magdalenen-Capelle wieder ausschliefslich als Schlofskirche benutzt, in welcher „vor die Erzbischoffe und ihre Hofstadt" der Gottesdienst gehalten wurde. Während also in der unserer Capelle in baulicher Beziehung so nahe stehenden Wittenberger Schlofskirche Luther schon seit zehn Jahren seine gewaltigen Predigten hielt, celebrirte hier an den grofsen Festen des Reformators vornehmster Gegner die Messe. Aber Albrechts Kampf gegen das Eindringen und die Verbreitung der Reformation in Halle war umsonst. Sein dritter Nachfolger, Sigismund, trat selbst zum evangelischen Glauben über. Seitdem stand das Erzbisthum Magdeburg unter der Regierung weltlicher Verweser.

Wie für viele Baudenkmäler Sachsens, so wurde auch für die Moritzburg die zweite Hälfte des dreifsigjährigen Krieges verhängnifsvoll. Bald war sie in den Händen der Kaiserlichen, bald hatten sie die Schweden inne. Erobern konnte man die gewaltige Feste nicht; Verrath oder Hungersnoth erzwangen mehrere Male die Uebergabe. 1635 traten die Kurfürsten Johann Georg von Sachsen und Georg Wilhelm von Brandenburg im Prager Frieden zum Kaiser über. Um so verheerender wüthete nun der Krieg in ihren Landen. „Im Jahre 1637, den 7. Januar," schreibt Dreyhaupt, „ist durch Verwahrlosung der kursächsischen Garnison die Moritzburg samt der schönen Schlofscapelle St. Marien-Magdalenen mehrentheils in Feuer aufgegangen." Es folgte dann die Einnahme und theilweise Zerstörung der Burg durch die Schweden. Herzog August, der zweite Sohn des Kurfürsten Johann Georg von Sachsen, war im Friedensschlusse 1635 zum Verweser Magdeburgs auf Lebenszeit ernannt. Mit Rücksicht auf die Gräber mehrerer Erzbischöfe in der Capelle stellte er diese nothdürftig wieder her, während der übrige Theil der Burg in Trümmern liegen blieb. Nach des Herzogs Tode (1680) fiel das Erzbisthum, der Bestimmung des Westfälischen Friedens gemäfs, an den grofsen Kurfürsten von Brandenburg. Die unbenutzte und arg verfallene Magdalenen-Capelle wurde für 800 Thaler einigermafsen in Stand gesetzt und den französischen Protestanten als Gotteshaus überlassen. Am 26. October 1690 fand die feierliche Einweihung statt, und seitdem führte die Capelle den Namen „Französische Kirche". Die Gemeinde zählte damals ungefähr 700 Seelen, sodafs kaum genügender Platz zur Abhaltung der Gottesdienste vorhanden gewesen sein wird. 1733 wurde eine Orgel angeschafft und im Jahre 1768, als die Zahl der Gemeindemitglieder eine bedeutend geringere war, eine theilweise Ausbesserung des Gotteshauses vorgenommen. Eine blafsroth gemalte Kartusche an der westlichen Emporenbrüstung umrahmt die Inschrift „Renovatum Anno 1768". Nach Vereinigung der französisch-reformirten Gemeinde mit der Domgemeinde (1809) blieb die Magdalenen-Capelle eine zeitlang geschlossen, wurde dann als Lagerraum für Salztonnenreifen vermiethet, und ging später für 1000 Thaler in den Besitz des Staates über, der sie endlich der Militär-Verwaltung überwies. Neuerdings ist sie Aufbewahrungsort für Kochmaschinen geworden. Um letztere hineinschaffen zu können, wurde das schöne Hauptportal an der Südseite zum grofsen Theil zerstört.

Durch diese wechselvolle Geschichte unseres Baues wird es erklärlich, dafs er uns heute einen wenig erfreulichen Anblick gewährt. Aus den Schnitten Abb. 1 und 2 auf Blatt 7 ist ersichtlich, dafs der Hauptraum jetzt nur mit einer einfachen Holzdecke versehen ist. Die noch vorhandenen schmalen Seitengewölbe sind stellenweise zerstört oder unvollkommen ergänzt. Dicker Putz überzieht Wände und Pfeiler, weshalb Steinmetzzeichen schwer aufzufinden sind. Alle Details sind arg beschädigt, oft kaum mehr zu erkennen. Durch die Lichtöffnungen in den Fensterverschalungen wird der Raum nur spärlich beleuchtet, sodafs auch dadurch die Untersuchungen erschwert werden. Auf die Aehnlichkeit unserer Capelle mit der Wittenberger Schlofskirche haben wir bereits aufmerksam gemacht. Beide haben als gemeinsames Vorbild die gleichfalls vom Erzbischof Ernst erbaute Schlofscapelle in Wolmirstedt, und als vierter verwandter Bau kommt die Torgauer Schlofskirche hinzu. Auch auf die bekannteren Kirchen in Schneeberg und Annaberg sei hingewiesen.

Der innere Raum der Magdalenen-Capelle ist ungefähr 23 m lang, 14 m breit und 15 m hoch. Spitzbogige Pfeilerarcaden theilen ihn oberhalb der ringsumlaufenden Emporen in ein weites Mittelschiff und zwei schmale, unter sich nicht gleich breite Seitenschiffe. Unterhalb der auf flachbogigen Tonnen ruhenden Emporen sind die Pfeiler mit den Wänden durch Mauern verbunden, sodafs tiefe Nischen gebildet werden. Der Chorschlufs ist dreiseitig aus dem Achteck. Die beiden Seitenschiffe und der Chorumgang werden von spitzbogigen Netzgewölben überdeckt. Dafs auch der Hauptraum ursprünglich überwölbt war, erscheint auf den ersten Blick wahrscheinlich und ergiebt sich bei einer aufmerksamen Untersuchung mit Sicherheit aus den Gewölbeanfängern an den Pfeilern, den Kappen-

widerlagern an der Westmauer oberhalb der jetzigen Decke und den alten Stichbalken im Dachverbande. Es sind zwei bezw. drei Arten Fenster vorhanden. Die an der Nordseite liegen sehr hoch ($3^1/_2$ m) über dem Emporenfufsboden, werden durch je einen Mittelpfosten getheilt und zeigen die für alle Profanbauten sächsischer Spätgothik so bezeichnenden Vorhangbogen. Die hohen, spitzbogigen Fenster des Chors und der Südseite sind dreitheilig und haben Fischblasen-Mafswerk. An der Langseite setzen sie sich unterhalb der Emporen noch fort, vgl. Blatt 8. Die jetzige äufsere Ansicht des einen dieser unteren Fenster giebt Abb. 5, während Abb. 6 den wahrscheinlich ursprünglichen Zustand darstellt. Die tiefen, mit Flach- oder Halbkreisbogen überwölbten Fensternischen werden bedingt durch die starken Mauern, die hier 2 m dick sind, während sie in den Kellergeschossen 4 m mit ebenso starken Vorlagen betragen. Aufser dem Haupteingang an der Südseite sind noch zwei Thüröffnungen im Chore vorhanden. Durch die nördliche derselben gelangt man geradeaus zu dem einen der vier mächtigen Eckthürme, links auf eine in der Mauer liegende Steintreppe. Diese führt zum oberen Thurmgeschofs und zur Empore. Die südliche Thür im Chor bildete vermuthlich den Zugang zur Sacristei, da die Kanzel an dem ihr zunächst gelegenen Pfeiler gestanden haben wird. Letzteres scheint mit Sicherheit hervorzugehen aus der Anlage der Fensteröffnung in dem kleinen nordwestlichen Ein-

Abb. 5. Fenster an der Südseite. Unterer Theil.
(Jetziger Zustand.)

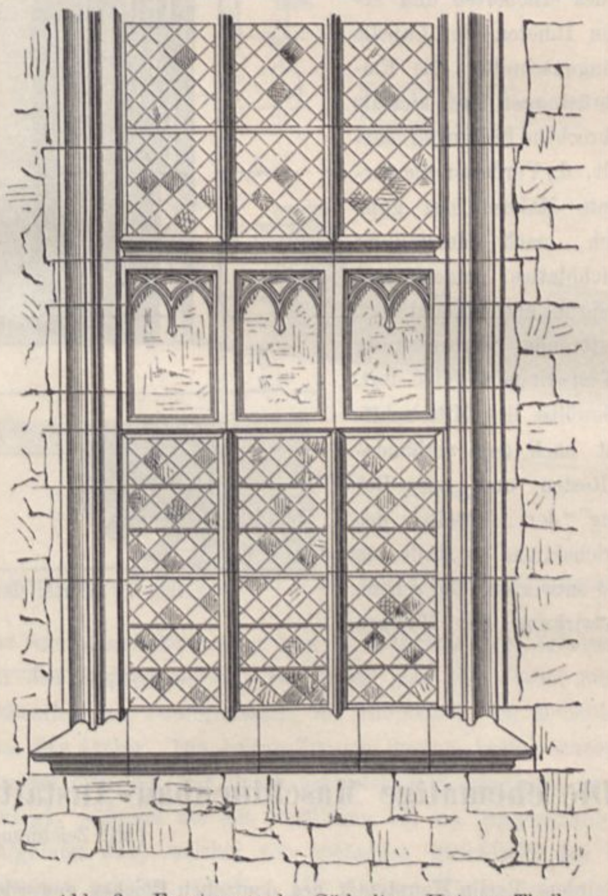


Abb. 6. Fenster an der Südseite. Unterer Theil.
(Wiederherstellungsvorschlag.)

bau (siehe Abb. 5 Blatt 7), der jedenfalls bevorzugten Personen zum Aufenthalt während des Gottesdienstes gedient hat. Eine sorgfältig gearbeitete, jetzt sehr schadhafte Wendeltreppe aus Holz führt vom oben erwähnten Raume hinauf zur Empore. Von hier aus konnte man in der Südostecke des Chors auf die östliche Burgmauer, im Westen durch eine jetzt vermauerte Thür in die anschliefsenden Burgräume des ersten Stocks gelangen. Diese Thür (Abb. 7) hat besonders fein gegliederte und sorgfältig gearbeitete Gewände. Es sei hier auf die nachträgliche Verbreiterung der Westempore aufmerksam gemacht (vgl. Bl. 7 Abb. 2), wodurch der Innenraum der Capelle leider recht entstellt ist. Vermuthlich hat Erzbischof Albrecht diese Erweiterung vornehmen müssen, um für die zahlreiche Domgemeinde während des Ausbaues des Domes hinreichenden Platz zu schaffen. Aus derselben Veranlassung wird von ihm auch eine jetzt nicht mehr vorhandene zweite Empore aus Holz ungefähr 4 m über der unteren angelegt sein. Eine Reihe Kragsteine an der Westmauer und einem Theile der Nordmauer, die offenbar als Auflager für Holzpfetten gedient haben, in entsprechender Höhe in die Pfeiler eingehauene Löcher zur Aufnahme von Querhölzern usf. liefern hinlänglichen Beweis für das ehemalige Vorhandensein einer solchen Anlage.

Das Aeufsere der Capelle ist durchaus schmucklos, bietet aber doch manches Bemerkenswerthe. So fällt vor allem das sehr hohe und steile Dach auf (1650); dann an der Grabenseite die verschiedenen Vertheidigungsausbauten, endlich im Osten der auf mächtige Kragsteine gestellte Strebepfeiler (Blatt 8). Der Putz, der einst den rothen Sandstein überzog, ist gröfstentheils abgefallen, sodafs jetzt ein warmer Farbenton das Malerische der Capelle wie der ganzen Burgruine wesentlich erhöht.

Die Ausführung des Capellenbaues ist eine sorgfältige; die Einzelheiten (aus gelbem, feinkörnigem Sandstein) sind stellenweise meisterhaft gearbeitet. Freilich hat man sich mit dem Steinschnitt der Gewölbe nicht allzusehr geplagt, denn an vielen Stellen kommen derbe Fehler vor. Auch auf die genaue Innehaltung gleicher Pfeilerachsen legte man wenig Werth. Der-

artige Ungenauigkeiten finden sich jedoch häufig bei den Bauten des späten Mittelalters. Auffallend ist, dafs die Emporenbrüstung keine durchbrochene Füllung gehabt hat, sondern nur ein grau in grau aufgemaltes Mafswerkornament, das nach Abklopfen des dicken Putzes zum Vorschein kommt.

Blatt 8 zeigt den Entwurf des erneuerten und ergänzten Inneren der Capelle im Längenschnitt. Die Emporenbrüstungen sind hier als durchbrochene Füllungen dargestellt, da Verfasser die vorerwähnte Malerei erst ganz kürzlich, nach Herstellung des Stichblattes, entdeckt und als ursprünglich erkannt hat. Die störende Verbreiterung der West-Empore blieb fort. Das Gewölbe des Mittelschiffes ist nach den vorhandenen Resten und mit Benutzung der Gewölbe der St. Ulrichskirche in Halle als Vorbild entworfen. Die schöne Gesamtwirkung des Raumes

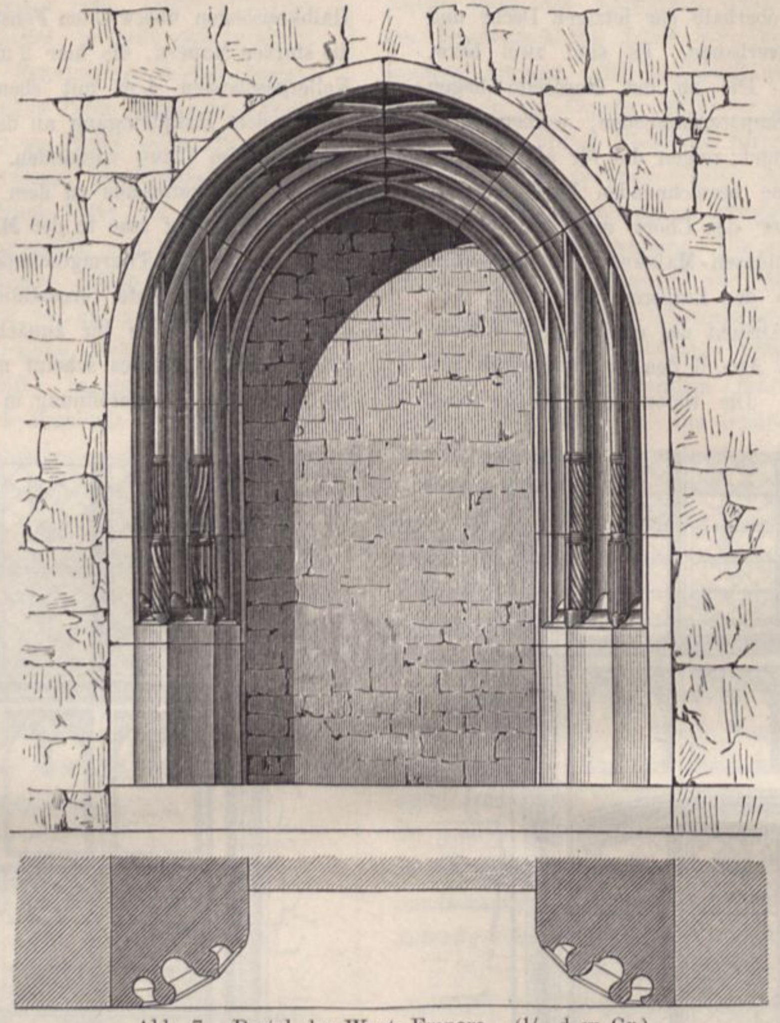


Abb. 7. Portal der West-Empore. ($^1/_{30}$ d. w. Gr.)

wird besonders durch den günstigen Wechsel der spitzbogigen Pfeilerarcaden mit den Emporen-Flachbögen hervorgebracht.

Wir erwähnten eingangs bereits, dafs die Wiederherstellung der Capelle und theilweise auch der Burg in Aussicht genommen ist. Das preufsische Cultusministerium beabsichtigt das Gotteshaus später den jungen Theologen der halleschen Universität zur Abhaltung ihrer Uebungspredigten zu überweisen; die Burgräume sollen zu Turnsälen u. dergl. eingerichtet werden. Diesen Plänen ist ein glücklicher und rascher Fortgang gewifs zu wünschen, und es bleibt zu hoffen, dafs die Erneuerungsarbeiten in einer Weise durchgeführt werden können, wie es die baukünstlerische und geschichtliche Bedeutung dieses beachtenswerthen Baudenkmals erfordert.

C. O. Garbers.

---

# Die ehemalige Maschinenbau-Anstalt von A. Borsig in Berlin, Chausseestrafse 1.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 9 im Atlas.)



Seitdem Berlin Hauptstadt des deutschen Reiches geworden, hat der Wechsel der baulichen Bedürfnisse es nur zu schnell herbeigeführt, dafs nicht allein zahlreiche Bauwerke der alten Stadt, sondern auch sogar erst vor wenigen Jahrzehnten entstandene, zum Theil künstlerisch hervorragende Schöpfungen vor dem Drange der neuen Zeit zerstört wurden. Zu den letzteren gehören drei von Heinrich Strack erfundene Gebäude. Bereits im Jahre 1871 wurde die Villa Wegner in der Thiergartenstrafse, ein Erstlingswerk des Meisters, abgebrochen; 1884 mufste die Gemäldegalerie des Grafen Raczynski am Königsplatze dem Neubau des Reichstagshauses weichen;[1]) endlich fiel 1887 die Borsigsche Maschinenbau-Anstalt vor dem Oranienburger Thore. Kann der Verlust der Raczynskischen Galerie im Hinblick auf das in der Entstehung begriffene Monumentalwerk Paul Wallots verschmerzt werden, so bleibt doch die Zerstörung der Borsigschen Anstalt um so mehr zu beklagen, als einerseits ein gleichwerthiger Ersatz für sie nicht geliefert worden ist, anderseits aber dieses Werk Stracks durch neue schöpferische Gedanken ausgezeichnet war.

Die Borsigsche Maschinenbau-Anstalt vor dem Oranienburger Thore, Chausseestrafse 1, gelegen, nahm unter Abrechnung einiger kleineren Grundstücke an der Ecke der Chaussee- und der Tieckstrafse das ganze von der Chaussee-, der Elsasser, der Borsig- und der Tieckstrafse umschlossene Viertel ein. Ihr Begründer war der rühmlichst bekannte August Borsig, dessen Bestrebungen wesentlich beitrugen, die deutsche Industrie vom Auslande unabhängig zu machen und Berlin zur ersten gewerblichen Stadt des Festlandes zu erheben. Die Fabrik ging aus kleinen Anfängen hervor und umfafste ursprünglich nur die Grundstücke Thorstrafse 46 bis 52 (jetzt Elsasserstrafse) und

1) Ueber die Raczynskische Gemäldegalerie vgl. „Berlin und seine Bauten" S. 164. Zu berichtigen ist, dafs der Entwurf im Jahre 1844 gefertigt wurde und die Ausführung während der beiden nächsten Jahre erfolgte. Die Bauzeichnungen sind theilweise im Architektur-Museum der Berliner technischen Hochschule erhalten. Eine Gesamtdarstellung des ursprünglichen Zustandes enthält der Berliner Kalender für 1847 (Verlag von Reimarus). Hier ist das Galeriegebäude durch rundbogige Pfeilerhallen von je acht Achsen mit den rechts und links angeordneten Atelierbauten verbunden. Später wurde das Hauptgebäude auf Kosten von je vier Achsen der beiderseitigen Hallen vergröfsert. Eine Abbildung dieses Zustandes findet sich den preisgekrönten Entwürfen zum Parlamentsgebäude für den deutschen Reichstag in Berlin vom Jahre 1872 (Berlin 1882) auf Tafel 27 beigegeben. Die für die deutsche Malerei der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts bemerkenswerthe Sammlung wurde, wie bekannt, mit der Nationalgalerie vereinigt.

Chausseestrafse 1. Den ältesten Theil bildete die im Herbste des Jahres 1836 begonnene Eisengiefserei, welche bald der Mittelpunkt für zahlreiche, in rascher Folge sich anschliefsende Baulichkeiten wurde.[2])

Die Fabrik wandte sich vorzugsweise dem in den vierziger Jahren erblühenden Locomotivbau zu, und zwar mit solchem Erfolge, dafs sie bald die ältere (Egellssche) Anstalt, Chausseestrafse 2 bis 4, deren technischer Leiter Borsig selber ehemals gewesen war, bedeutend überholte und Borsig nicht allein sein Grundstück stetig vergröfsern, sondern auch ausgedehnte Erwerbungen in Moabit bei Berlin und in Oberschlesien machen konnte. Nach seinem im Jahre 1854 erfolgten Tode übernahm sein Sohn Albert die Leitung der verschiedenen Anstalten. Als auch dieser 1878 im besten Mannesalter starb, wurde die Verwaltung des Vermögens der unmündigen Kinder einem Curatorium übertragen. Inzwischen war der Ertrag des Locomotivbaues durch den Wettbewerb der nach Borsigs Vorbild entstandenen Fabriken dermafsen herabgedrückt worden, dafs man sich entschlofs, die für diesen Betriebszweig arbeitende Fabrik in der Chausseestrafse eingehen zu lassen. Im Herbste des Jahres 1887 wurde sie abgebrochen und das weite Grundstück, nachdem es durch eine Strafse getheilt worden, mit Miethshäusern bebaut.

Wir wollen an dieser Stelle uns allein auf die künstlerische Werthschätzung der untergegangenen Bauten beschränken. Dieselben waren sämtlich in Ziegelrohbau hergestellt. Die Werkstätten waren als Nutzbauten einfach behandelt, theilweise unter Benutzung zweifarbiger Ziegel und hellgrüner Glasuren; das Verwaltungsgebäude und die Halle gegenüber dem Oranienburger Thore zeigten dagegen eine reiche Anwendung ornamentaler und figürlicher Terracotten. Dem von der Friedrichstrafse her kommenden Beschauer gewährte die gesamte Anlage, sobald er das im Jahre 1871 abgebrochene, jedenfalls unter Einwirkung des älteren Langhans entstandene Thorgebäude durchschritten hatte, ein ebenso reizvolles wie eigenartiges Bild. In malerischer Anordnung erblickte er vor sich die zierliche Bogenhalle, welche die Fabrik gegen die Strafse abschlofs und deren Durchfahrtspfeiler mit Figurengruppen bekrönt waren, sodann an einem Vorhofe das Verwaltungsgebäude, während im Hintergrunde die Werkstätten mit ihren Schornsteinen lagerten und einige Thürme das Ganze noch mehr belebten.[3])

2) Man vergleiche den Lageplan in „Berlin und seine Bauten" II, S. 130 ff., woselbst auch weitere geschichtliche und technische Mittheilungen nicht allein über die untergegangene Anstalt, sondern auch über die beiden in Moabit befindlichen einzusehen sind. Den obigen Angaben wurden die Acten des hiesigen Königlichen Polizei-Präsidiums Abtheilung III, von denen die ältesten noch von August Borsig eigenhändig verfafst sind, zu Grunde gelegt.

3) Zur Feier des 25jährigen Bestehens der Anstalt stiftete Albert Borsig 1862 einen auch in weiteren Kreisen bekannt gewordenen Buntdruck, welcher die eben beschriebene Ansicht darstellt (im Verlage von Ernst und Korn). Nach demselben wurde der Holzschnitt in „Berlin und seine Bauten" gefertigt. Der Berliner Kalender für 1848 enthält die Ansichten der Fabrik aus jenem Jahre und von 1837. Wiederholungen der genannten Abbildungen brachte die Wochenschrift „Der Bär" in verschiedenen Jahrgängen. Einige mangelhaft dargestellte, auch nicht durchweg getreue Aufnahmen enthält das Werk A. F. Fleischinger und W. A. Becker, Systematische Darstellung der Bauconstructionen. Berlin 1863. 4°: Bl. 44. Uhrthurm vor der alten Giefserei und Thurm an der Elsasser Strafse mit dem Systeme der dortigen Werkstätten, Bl. 54. System einer anderen Werkstatt, Bl. 66. Thurm an der Chausseestrafse mit dem Systeme der Flügel des Verwaltungsgebäudes, Bl. 76. System der Halle. Das Architektonische Skizzenbuch brachte Jahrgang 1860, Heft 48: Bl. 4 den Thurm an der Ecke der Elsasser- und der Borsigstrafse. Die nur unvollständig erhaltenen Bauzeichnungen werden theilweise in der Borsigschen Maschinenbau-Anstalt in Moabit aufbewahrt, andere gelangten in den Besitz der technischen Hochschule.

Das Verwaltungsgebäude und die benachbarte Halle sind es, welche besonders in ihren Einzelheiten eine Bedeutung für die Baugeschichte Berlins gewonnen haben. Der Bau des Hauses wurde im Spätsommer 1858 begonnen und im folgenden Jahre vollendet; die Halle wurde 1860 hinzugefügt.

Das Verwaltungsgebäude (Abb. 1 und 2) bildete einen langgestreckten Bau an der Grenze des Grundstücks Chausseestrafse 2. Das Erdgeschofs umfafste links das technische, rechts

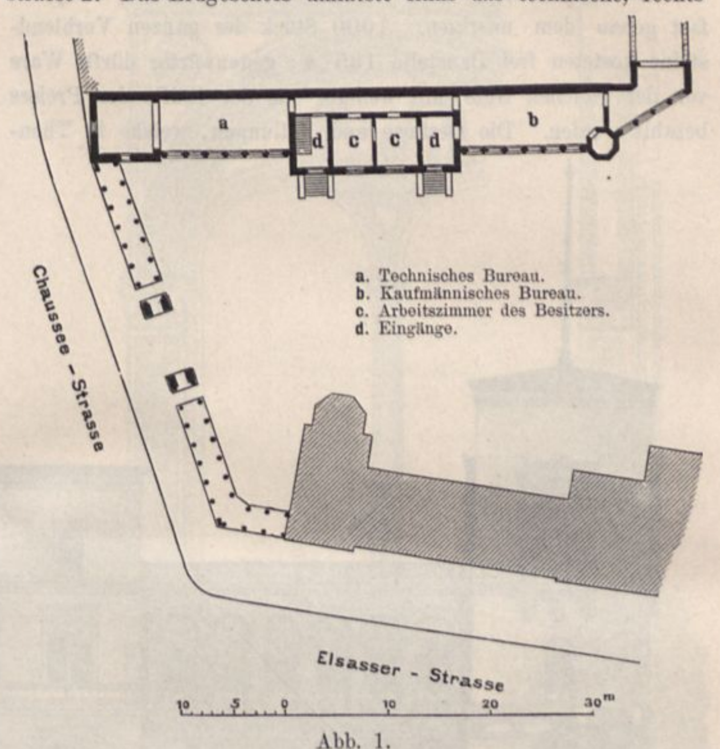



Abb. 1.
Grundrifs und Lageplan der Halle und des Verwaltungsgebäudes.

das kaufmännische Bureau und im Mittelbau zwei Arbeitszimmer für den Besitzer selbst. Das erste und das zweite Stockwerk enthielten den Conferenzsaal, die Bibliothek, die Modellkammer und das Archiv. Die beiden Zimmer Borsigs hatten Stuckdecken; die des östlichen war durch ein leichtes Rahmenwerk in Felder zerlegt, während die des westlichen als ein ausgespannter Stoff aufgefafst war, welcher von mehreren gleichlaufenden Fruchtschnüren gehalten wurde. Alle übrigen Räume zeigten Decken mit sichtbarem, bemaltem Holzwerk. Der innere Ausbau war von seltener Gediegenheit, wie die Fenster und Thüren noch bezeugen, welche bei einem auf der Moabiter Maschinenbau-Anstalt inzwischen erfolgten Neubau wieder verwendet wurden. Hier wurde auch die gufseiserne Treppe des Hauses[4]) wieder aufgestellt. Die gegen das Nachbargrundstück gewandte Rückseite des Gebäudes zeigte im oberen Stockwerke eine Ziegelarchitektur mit Lisenen und Rundbögen. Mit besonderer Erlaubnifs Egells' war sogar die Rückseite des quadratischen Thurmes an der Chausseestrafse von dem Gesimse über dem Erdgeschosse an mit denselben Baugliedern und Fenstern ausgestattet worden, wie die freien Seiten.

Sehr eigenartig war die Ausführung der Halle (Blatt 9, Abb. 1 u. 2). Ueber zwei Reihen achteckiger Ziegelpfeiler spannten sich Rundbögen, welche ein Gerüst von flachbogigen, gufseisernen Rippen trugen, zwischen denen wiederum sich kleine Kuppeln, sogenannte böhmische Kappen, wölbten. Dieselben waren aus

4) Aufnahme und Naturzeichnungen in „Strack und Hitzig, Der innere Ausbau von Wohngebäuden", Berlin 1860, Heft XII, Bl. 2, 4 bis 6.

Töpfen hergestellt, welche, von unten gesehen, sich zu einem Muster zusammenschlossen. Die Ziegel zu beiden Bauten lieferte, wie schon vorher zu den Werkstätten, die Fabrik von Wernecke bei Hermsdorf. Die Verblendziegel, welche nur in ganzen und in Dreiviertel-Steinen zur Verwendung gelangt waren, enthielten der heutigen Gewohnheit entgegen keine Durchlochungen, sondern waren noch voll hergestellt und maſsen mit geringen Schwankungen 26,5 : 12,7 : 6,5 cm; das Schichtenmaſs entsprach fast genau dem unsrigen. 1000 Stück der ganzen Verblendsteine kosteten frei Baustelle 135 ℳ; gegenwärtig dürfte Ware von der gleichen Güte mit weniger als der Hälfte des Preises bezahlt werden. Die Gesimse und Füllungen, welche in Thonstücken hergestellt und in Cement versetzt waren, fertigte die Marchsche Fabrik in Charlottenburg in einer den Steinen entsprechenden Farbe. Die Modelle der Gesimse und Ornamente gingen aus der Bildhauer-Werkstatt von F. W. Dankberg hervor, einiges Figürliche modellirte Professor G. Bläser. Dagegen schuf der Münzmodelleur Kullrich die Bildnisse von G. C. Freund, J. C. Hummel, J. F. A. Borsig und F. A. Egells, welche in die Rundstücke über dem Erdgeschosse des Thurmes an der Chausseestraſse[5]) eingelassen wurden und welchen an den übrigen Fronten des Verwaltungsgebäudes Rundstücke mit allerhand maschinentechnischen Werkzeugen entsprachen. Erst im Jahre 1862 wurden auf die Einfahrtspfeiler der Halle jene beiden Gruppen

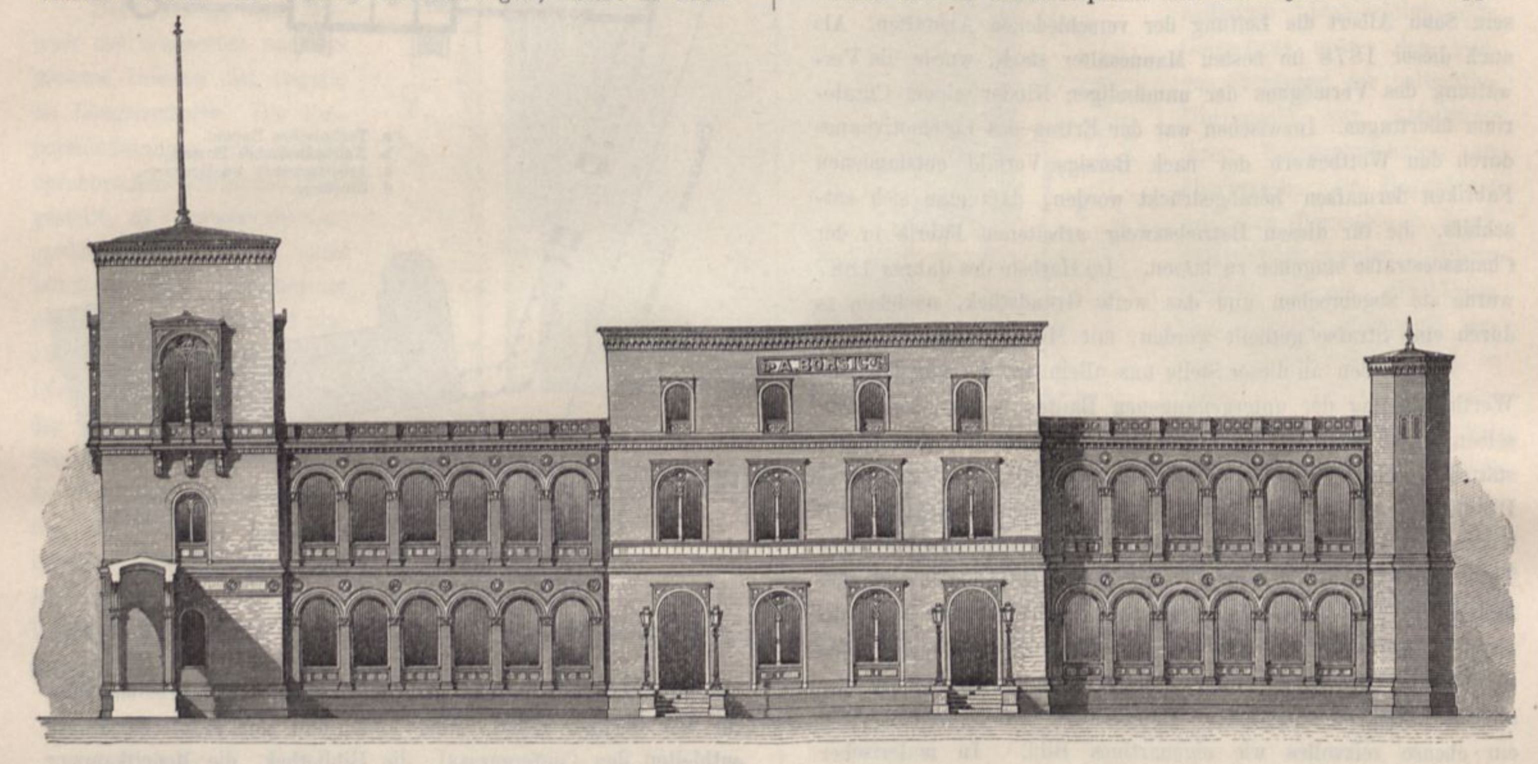


Abb. 2. Ansicht des Verwaltungsgebäudes.

gesetzt, welche in dem von Schadow und Rauch begründeten Realismus Ingenieure und Arbeiter in ihrer alltäglichen Kleidung vorstellten. Sie waren von den Professoren H. Schievelbein und Bläser modellirt und von March in gelblichem Thone gebrannt worden. Den Rohbau führten Maurermeister Sartig und Zimmermeister Pardow aus, während dem entwerfenden Architekten die Bauführer Scholtz und Deetz zur Seite standen, von denen der erstere zur Zeit als Lehrer an der hiesigen technischen Hochschule wirkt.

Beachtenswerth an den nun zerstörten Bauten war in Anbetracht der Zeit ihrer Entstehung, daſs sie den in der norddeutschen Tiefebene von Natur gebotenen Ziegelbau zur Verwendung brachten. Nachdem Schinkel diese Bauweise nach dem Vorbilde mittelalterlicher Denkmäler wieder ins Leben gerufen und an Beispielen verschiedener Gattung werkthätig veranschaulicht hatte, war dieselbe nach seinem Tode längere Zeit hindurch in Vernachlässigung gerathen und ihre künstlerische Ausbildung allein auf den Kirchenbau beschränkt geblieben. Stracks Verdienst ist es, diesem Vermächtnisse seines Lehrers wieder das weite Feld der bürgerlichen Baukunst eröffnet zu haben. Wie treu er versuchte, den von Schinkel vorgezeichneten Bahnen zu folgen, beweist ein in der Berliner technischen Hochschule aufbewahrtes Blatt, welches einen Entwurf zur Front des Verwaltungsgebäudes und daneben das in gleichem Maſsstabe gezeichnete System der Bauakademie darstellt. Bereits im Jahre 1833 hatte Strack im Vereine mit E. Meyerheim und F. Kugler eine Sammlung malerischer Ansichten von mittelalterlichen Backstein-Bauwerken der Altmark veröffentlicht. Doch schloſs er sich bei der Ausführung der Borsigschen Bauten weniger den norddeutschen Denkmälern als vielmehr den oberitalienischen an, deren Formensprache der seinigen näher lag. Dem Einzelnen verlieh er ein strenges, durch Studien nach der klassischen Antike geläutertes Gepräge im Sinne der Bötticherschen Schule; auch that er einen neuen Schritt, indem er mittelalterliche Elemente heranzog und dieselben mit den die Antike nachahmenden zu einem lebendigen Ganzen zu verschmelzen verstand. Allerdings zeigt auch die Bauakademie Anklänge an die Gothik; doch liegen dieselben hier im baulichen Gerüst, nicht in der Einzelbildung. Das mittelalterliche Element brachte Strack vorzugsweise in den Bögen zum Ausdruck. An Stelle

5) Ein fünftes Rundstück hatte man für Albert Borsig offen gehalten, doch niemals ausgefüllt.

des allein auf Licht- und Schattenwirkung berechneten Wechsels der gothischen Stäbe und Kehlen setzte er Pflanzengebilde. Breite Stäbe, welche bald den Rohrgewächsen nachgeahmt und wie diese durch Ringe, dem Fugenschnitt entsprechend, getheilt, bald wieder als ein Bündel kleinerer, durch verkreuzte Bänder oder sich emporrankende Blätter zusammengehaltener Stäbe behandelt waren, umrahmten die Oeffnungen. Ihnen schlossen sich mehrtheilige Fascien oder breite, meist nur wenig überfallende Wellen an, während kleinere, mit bald stilisirten, bald naturalistischen Blättern besetzte wiederum eine Säumung des ganzen Rahmenwerks oder auch nur einzelner Stäbe aussprachen. Diesem Reichthum gegenüber waren die Leibungen durch einen schlichten Wechsel von schmalen Rundstäben und breiten Kehlen belebt. Als eine Uebersetzung mittelalterlicher Gedanken in die antike Formenwelt sind auch die achteckigen Pfeiler der Halle und ihre nach mehreren mit einander wechselnden Mustern gebildeten Capitelle zu betrachten. Hier gelangte Strack, von Vorbildern wie den Säulen des Conventsremters der Marienburg angeregt, zu vollkommen neuen Lösungen des korinthischen Capitells, und ein anderes, nicht geringeres Zeugnifs seiner hohen Begabung für die Erfindung des Einzelnen legten verschiedene mit naturwahrem Pflanzenwerk verzierte Füllungen ab. Dieselben waren theilweis aus mehreren wiederkehrenden Platten zusammengesetzt, wie an den erkerartigen Fenstern des Thurmes an der Chausseestrafse (Abb. 3) und in den Leibungen der beiden Hausthüren (Blatt 9, Abb. 4); theilweis bestanden sie aber auch aus einer einzigen grofsen Tafel, wie die Füllungen der Halle, welche in der Höhe der Bögen angeordnet waren (Blatt 9, Abb. 1).[6])

Leider kam die übergrofse Liebe und Sorgfalt, mit welcher alles behandelt war, keineswegs zur Geltung, indem sowohl für die Gesimse als auch in noch höherem Grade für das Ornament der Mafsstab viel zu klein gegriffen war, sodafs der Zierrath der höher gelegenen Theile einem unbewaffneten Auge völlig entging. Vielleicht hatte Strack, soweit dies nicht in seiner Persönlichkeit lag, durch die feinen Gröfsenverhältnisse der italienischen Terracotten sich verleiten lassen, noch unter den an sich schon kleinlichen Mafsstab unserer älteren Schule herabzugehen. Noch mehr ging die Schönheit des Einzelnen verloren, als der verwendete nicht hinreichend wetterfeste Thon mit der Zeit eine unangenehme schwärzliche Farbe bekam. Auch ist hinzuzufügen, dafs Strack bei der Herstellung der Gesimse, insbesondere der Hauptgesimse, sich auf diejenigen Ausladungen beschränkt hatte, welche sich mit Thonstücken ohne Verwendung von Eisen erzielen lassen, ja dafs er noch hinter denselben zurückgeblieben war. Nur die Hängeplatten, welche, von je drei Knaben gestützt, die erwähnten erkerartigen Thurmfenster trugen, hatten ein gufseisernes Gerüst in ihrem Innern.

So sehr nun auch jene Uebelstände die abgebrochenen Bauten in ihrer Wirkung beeinträchtigt hatten, so konnten sie doch die in den Einzelheiten niedergelegte Schönheit und Gedankenfülle sowie die malerische Anlage des Ganzen in keiner Weise schmälern.

6) O. Lessing, Bauornamente Berlins, Berlin 1880, giebt auf Blatt 50 in Lichtdruck drei dieser Füllungen, von denen die beiden äufseren an den Schmalseiten der Halle, die sehr anmuthige mittlere aber über dem letzten nördlichen Pfeiler an der Chausseestrafse sich befand.

Leider gelang es den Bemühungen des Herrn Conservators der Kunstdenkmäler nicht, die Mittel für den Wiederaufbau der Halle an einem anderen Orte seitens der Regierung zu erwirken. So veranlafsten denn die Verwalter des Borsigschen Nachlasses,

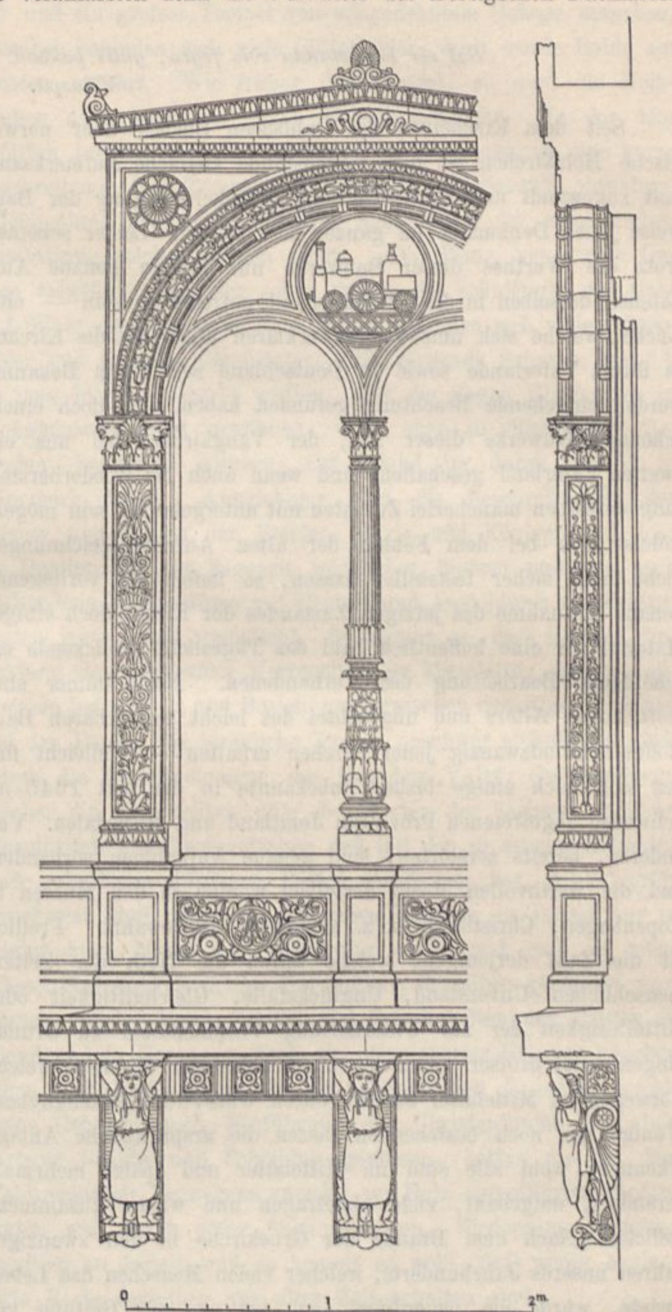


Abb. 3. Erkerartige Fenster des Thurmes an der Chausseestrafse.

dafs die einzelnen Theile der Halle wie auch die vier Kullrichschen Bildnisse nach dem Eisenwerke Alt-Moabit 84 überführt wurden und daselbst verbleiben sollten, bis zu einer Wiederverwendung Gelegenheit geboten sein würde. Die beiden von Bläser und Schievelbein modellirten Gruppen gelangten nach der Maschinenbau-Anstalt in Moabit, Kirchstrafse 6, und haben dort am Eingange eine gleiche Aufstellung wie ehemals gefunden. Dagegen wurde es dem Staate überlassen, eine Auswahl von den Architekturtheilen des Verwaltungsgebäudes für sich zu entnehmen. Soweit dieselben für das Verständnifs des untergegangenen Baues erforderlich sind, wurden sie daher erhalten und nach der technischen Hochschule in Charlottenburg geschafft.

Julius Kohte.

# Die Kirche Wang bei Brückenberg im Riesengebirge,

## nebst Beiträgen zur Kenntnifs des altnorwegischen Holzbaues.

(Mit Abbildungen auf Blatt 10 und 11 im Atlas.)



*Sal sêr hon standa sólo fegra, gulli þakðan.*
*Völuspâ.*

Seit dem Erscheinen des Dahlschen Buches über norwegische Holzkirchen ist dem Gegenstande vielfache Aufmerksamkeit zugewandt und hierdurch der Entwickelungsgang der Bauweise jener Denkmäler im ganzen klar gelegt. Leider scheinen trotz des Werthes dieser Bauwerke nur wenige genaue Aufnahmen derselben in die Oeffentlichkeit getreten zu sein — eine Lücke, welche sich umsoweniger erklären läfst, als die Kirchen in ihrem Vaterlande sowie in Deutschland seit ihrem Bekanntwerden eingehende Beachtung gefunden haben. Ist doch einem schönen Bauwerke dieser Art, der Vangkirche, bei uns ein zweites Vaterland geschaffen, und wenn auch bei Wiederherstellung desselben mancherlei Zuthaten mit untergelaufen sein mögen, welche sich bei dem Fehlen der alten Aufnahmezeichnungen nicht mehr sicher feststellen lassen, so liefert die vorliegende genaue Aufnahme des jetzigen Zustandes der Kirche doch einiges Material für eine hoffentlich bald das Tageslicht erblickende erschöpfende Bearbeitung des Vorhandenen. Noch immer sind trotz hohen Alters und ungeachtet des leicht zerstörbaren Baustoffes achtundzwanzig jener Kirchen erhalten — vielleicht finden sich noch einige bisher unbekannte in den seit 1645 an Schweden abgetretenen Provinzen Jemtland und Herjedalen. Von anderen, bereits zerstörten, sind genaue Aufnahmen vorhanden, und die werthvollen Reste derselben werden in den Museen in Kopenhagen, Christiania u. a. sorgfältig aufbewahrt. Freilich ist die Zahl derjenigen, welche durch die Noth der Zeiten, menschlichen Unverstand, Unglücksfälle, Gleichgiltigkeit oder Mittellosigkeit der zur Unterhaltung Verpflichteten zu Grunde gingen, weit gröfser. Von den 1100 bekannten Kirchen, welche Norwegen im Mittelalter besafs, waren 6 bis 700 Plankenkirchen. Wenige der noch bestehenden lassen die ursprüngliche Anlage erkennen; wohl alle sind im Mittelalter und später mehrmals verändert, umgebaut, viele abgetragen und wieder zusammengeflickt. Nach dem Brande der Gruekirche in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts, welcher vielen Menschen das Leben kostete, wurde die neuerdings auch bei uns zur Geltung gelangte Bestimmung getroffen, dafs die Thüren der Kirchen nach aufsen aufschlagen sollten. Die an sich so zweckmäfsige Vorschrift hatte leider den Uebelstand im Gefolge, dafs nunmehr, meist ohne Schonung, die Eingänge der Kirchen gewaltsam umgeändert und die werthvollen Schnitzereien ihrer Umrahmungen unwiederbringlich zerstört wurden. Nur Nebenthüren, welche weniger benutzt und daher meist verschlossen blieben, entgingen der Beschädigung oder Zerstörung. Man erkannte erst später den eigenartigen Werth der kunstvollen Schnitzereien, welche man verächtlich als bondekraat, „Bauerngekritzel" zu bezeichnen sich gewöhnt hatte.

Der Gedanke liegt nahe, dafs diese Bauten ihres hohen Alters wegen sowohl in constructiver wie in ornamentaler Beziehung Erinnerungen an die Kunstübung der Zeiten enthalten und überliefern, welche der Einführung des Christenthums vorausgingen. Anderseits beweist die vielfach sehr reiche Grundrifsentwicklung und der künstliche Aufbau dieser Kirchen, dafs entweder die einfachen ältesten Beispiele nicht mehr bestehen, oder aber, dafs bei Einführung des Christenthums bereits vorhandene und entwickelte Bauwerke für Kirchenzwecke übernommen wurden oder als Vorbilder dienten. Das eine wie das andere dürfte richtig sein. Steinerne Kirchen lernte man in Irland und im Süden kennen und übertrug wohl manche dort gebräuchliche Anordnung nach der Heimath. Auf die Uebereinstimmung des Planschemas der ältesten norwegischen Steinkirchen mit den irischen macht Schirmer[1]) aufmerksam. So z. B. zeigt die im Jahre 996 von Olaf Tryggvason gegründete Sunniva-Kirche auf Selje einen sehr einfachen Grundrifs: ungetheiltes Schiff, geraden Chorschlufs und keinen Thurm. Es läge kein Grund vor, für die ältesten Holzkirchen eine reichere Grundrifsform als ursprünglich anzunehmen, wenn auch der Steinbau an sich zu möglichster Einfachheit nöthigte. Dafs aber trotzdem die Grundrisse der ältesten Holzkirchen weit reicher sind, beweist eben, dafs bereits vorhandene, entwickelte Holzbauten als Vorbilder gedient haben werden — in erster Linie die heidnischen Cultusstätten sowie die Hallen der Häuptlinge und Grofsen des Landes. Ebensowenig als man Scheu trug, weit in die christliche Zeit hinein den Inhalt der heidnischen Helden- und Göttersagen zum Schmuck der Kirchen zu verwenden, wird man geflissentlich vermieden haben, die Formen der heidnischen Tempel auf das christliche Gotteshaus zu übertragen, falls sie dazu geeignet erschienen. Am wenigsten war dies von dem treu an der Sitte der Väter festhaltenden Norweger zu erwarten, welcher trotz Jahrhunderte alter christlicher Erziehung seine heidnischen Eddalieder bewahrte, während die deutschen Gesänge, welche der christliche Karl sammelte, bereits unter seinem Sohne dem Eifer römischer Priester zum Opfer fielen. Es mufs daher angenommen werden, dafs die nordische Holzkirche im Grundrifs wie Aufbau im wesentlichen dem heimathlichen Boden entstammt, und fremde Einflüsse nur im beschränkten Umfange zur Geltung kommen. Dafs solche vorhanden, ist nicht zu leugnen. Die Einführung des Christenthums, die Vikingerfahrten brachten neue Anschauungen ins Land, und leicht erklärlich ist der Wunsch in die Heimath zu übertragen, was im fremden Lande preiswerth erscheint. Die altnordische Verzierungsweise zeigt vielfache Anklänge an irisch-keltische Kunstübung; die ältesten norwegischen Schnitzereien kommen den Formen der letzteren so nahe, dafs Schirmer vielleicht mit Recht annimmt, die Schnitzerei der Urnæskirche sei ursprünglich für andere Zwecke bestimmt und von Irland eingeführt. Eine Vergleichung dieser Stücke (Abb. 1) mit dem Schmuck der Miniaturen der St. Galler Handschrift aus dem 8. Jahrhundert (Abb. 2), welche unter keltischem Einflufs entstand, einerseits und der Thürumrahmung von der Hedalkirche (Abb. 3) anderseits, lassen die nahe Verwandtschaft dieses Zierwerks trotz der Verschiedenheit der Stoffe ohne Schwierigkeit erkennen. An Einheitlichkeit des Ursprungs braucht man dabei nicht zu denken; einfache und künstliche Linienverschlingungen ergeben sich überall als naheliegendes Mittel für den Flächenschmuck — auch die Schlangenwindungen der Runensteine entspringen dem

1) S. unter „Quellen" S. 40.

Bedürfniſs der Fläche einen Schmuck zu verleihen, welchen die geraden Zeilen der Schrift nicht bieten.[1]) Auch spätere Einflüsse von Süden her sind leicht aufzufinden. Beispielsweise haben die Arcaden und die Capitelle der Säulen im Innern der

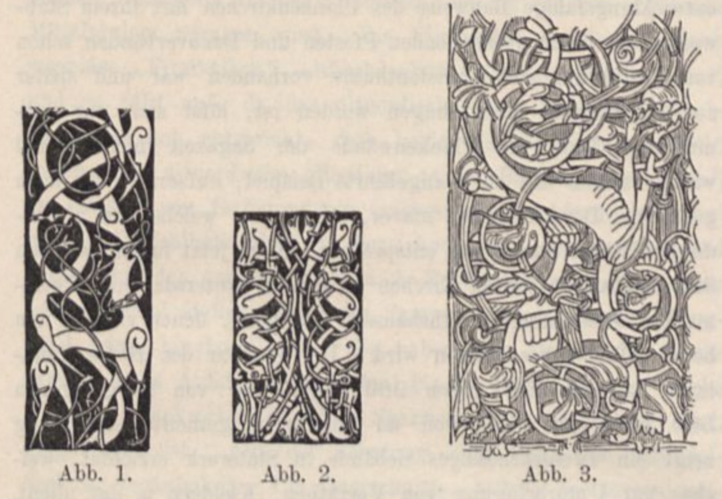


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

Kirche zu Urnæs nach der Abbildung bei Dahl vollständig romanische Form.

Ebenso wichtig und anziehend wie die Untersuchung dieser Beziehungen, erscheint anderseits die Frage, wie weit die Holzkirchen Erinnerungen an eine ältere, volksthümliche Bauweise bewahren. Die vorhandenen Quellen, Schriftwerke wie Baureste, geben Zeugniſs von einer nicht geringen Entwicklung der Baukunst für kirchliche wie für Profanzwecke, und die überaus geschickten und in reichstem Maſse zur Verwendung gelangten Schnitzereien von eigenartiger Ausbildung zeugen für eine ausgiebige Uebung dieser wirkungsvollen Schmuckweise, lange bevor man christliche Kirchen zu bauen und zu verzieren begann.

In dem Landnâmabuch (13. Jahrh.) wird berichtet, daſs vor Einführung des Christenthums jedermann Zoll an den Tempel entrichtet habe, wie später den Zehnten an die Kirche.[2]) In den Sagen werden heidnische Tempel (altnord. hof, blôthûs) vielfach erwähnt nnd die bedeutenderen als Haupttempel (höfuðhof) bezeichnet. Wenn auch genaue Beschreibungen ihrer Gestalt und Einrichtung nicht aufbewahrt sind und noch weniger Reste derselben, so läſst sich doch aus manchen Angaben der Schriftsteller auf die reiche Ausstattung dieser Gebäude und ihre Anlage schlieſsen. Freilich darf nicht auſser Acht gelassen werden, daſs die ältesten schriftlichen Nachrichten über Gestalt und Ausschmuck heidnischer Tempel aus einer Zeit stammen, welche mehrere Jahrhunderte später als die Einführung des Christenthums fällt. Es ist ferner nicht ausgeschlossen, daſs vor der Vikingerzeit, also vor der lebhaften Verbindung Norwegens mit dem Westen und Süden, Gebäude für Cultuszwecke überhaupt nicht vorhanden waren, sondern nur Opferplätze (hörg n. pl. und hörgr) Heiligthum, Hain genannt. Daſs man aber in der späteren Zeit des Heidenthums wenigstens derartige Bauten besaſs, dürfte aus der Bezeichnung blôthûs „Opferhaus“ sich ergeben. Olaf Tryggvason brach den Tempel in Hlaðir nieder und befahl, alles Gold, welches daselbst vorhanden, fortzunehmen und allen Schmuck der Götterbilder. Aus der Tempelthür entfernte er den groſsen Goldring, welchen Hakon Jarl (gest. 996) bei seinen Bestrebungen, den alten Glauben

1) Man vergleiche hierzu auch die Randverzierung des bei du Chaillu abgebildeten Runensteins von Tjängvide.

2) hverr maðr skyldi gefa toll till hofs, sem nû til kyrkja tîund.

wieder zu kräftigen, hatte anfertigen lassen. Schlieſslich wurden der Tempel und das Götterbild durch Feuer zerstört. In der Friðþiof-Sage wird erzählt, daſs in Baldurshagi eine Friedstätte war und ein groſser Tempel von ausgedehntem Gehege umgeben. Daselbst befanden sich viele Götterbilder, doch wurde Baldr am meisten verehrt. Wie früher die Tempel, so sind die Holzkirchen noch jetzt von einem Gehege umgeben. In der dem zwölften Jahrhundert angehörenden Fœreyingasaga ist eine kurze Beschreibung des Tempels der Þorgerd Hörðabrûð enthalten, welche eine, wenn auch dürftige Schilderung der sehr reichen Ausstattung solcher Bauten giebt. „Das Haus, von einem Gehege umgeben, war sehr schön und in die Schnitzerei war Gold und Silber eingelegt. In dem Hause befanden sich viele Götterbilder und so viele Glasfenster, daſs nirgends Schatten war.“[1]) Es mag hierbei bemerkt werden, daſs die Sagen Glasfenster in Wohnhäusern nicht erwähnen, wohl aber in öffentlichen Gebäuden, besonders Kirchen; auf Island im Jahre 1195, in Dänemark 1086. Ausgiebiger sind die Beschreibungen der Häuser und Hallen der Bonden, Jarle und Könige, weil hier die Quellen aus der Sagazeit reichlicher flieſsen und das noch Vorhandene Rückschlüsse auf Gestalt und Ausbildung der Profanbauten jener Zeiten ermöglicht. So kommt es, daſs uns die Einrichtung des nordischen Herrensitzes im Mittelalter nahezu vollkommen bekannt ist und Beziehungen zwischen derartigen Anlagen und den Bauten für kirchliche Zwecke unschwer aufzufinden sind. Durch die Untersuchungen des Isländers Valtýr Guðmundsson, welcher die Nachrichten über die Bauten der Sagazeit in ihren Einzelheiten zusammengetragen und mit den in seinem Heimathlande erhaltenen dürftigen Resten verglichen hat, wird hierfür mancherlei Stoff geliefert. Trotzdem Bauholz in Island nur in beschränktem Maſse zur Verfügung stand und man zu möglichster Sparsamkeit in der Verwendung desselben genöthigt war, müssen gleiche Anschauungen und Gewohnheiten den Bauten in Island und in Norwegen doch ein gemeinsames Gepräge gegeben haben. Während aber die gottesdienstlichen Zwecken gewidmeten Gebäude nach Einführung des Christenthums bei allen Parteien Schutz und Schonung genossen, hatten die bei dem Waldreichthum Norwegens zumeist aus Holz aufgeführten Profanbauten weit mehr unter Stammesfehden, Niedergang einzelner Familien zu leiden, und so kommt es wohl, daſs wenig beglaubigte Reste derselben aus alter Zeit erhalten sind.

Eine Grundriſsform, welche als ursprünglich gemeinsam für die Plankenkirchen anzusehen wäre, läſst sich mit Sicherheit nicht feststellen; in den vorhandenen Aufnahmen sind die mittelalterlichen wie späteren Zusätze und Abänderungen nicht erkennbar. Am wenigsten verunstaltet erscheint der Grundriſs der Borgundkirche in Sogn, und es wird aus diesem am ersten durch Beseitigung der Zuthaten und Ergänzung der Verluste ein Normalplan herzuleiten sein. Die Apsis ist im Mittelalter angebaut, während die Ostwand, deren Schwellen und Pfosten noch vorhanden sind, ebenso die Säulen in den äuſsersten Vorbauten, um mehr Raum zu gewinnen, beseitigt wurden. Der Grundriſs Abb. 4 ist unter Berücksichtigung dieser Punkte entstanden.[2]) Uebrigens läſst sich annehmen, daſs es unter der

1) — þar stendr hûs ok skîðgarðr um; þat hûs var harðla fagrt ok gulli ok silfri var rent i skurðina. — þar var fiöldi goða; glergluggar voru margir â hûsinu, svâ at hvergi bar skugga â.

2) Derselbe ist mir, wie verschiedenes andere werthvolle Material durch Herrn Arch. Herm. M. Schirmer in Christiania freund-

grofsen Zahl der zerstörten Holzkirchen manche Form gegeben haben mag, welche jetzt unbekannt ist.

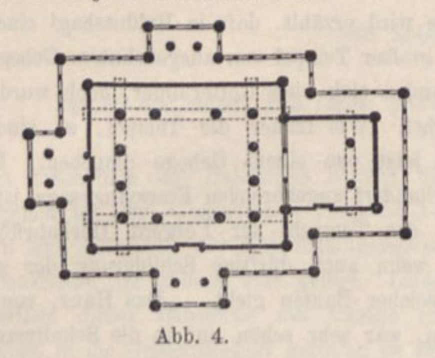


Abb. 4.

Zu den Eigenthümlichkeiten des nordischen Holzbaues, welche auch auf die Kirchen übergegangen sind, gehören die sogenannten Umgänge oder Laufgänge (svalir). Die Aufsenwände des Hauses waren in gröfserem oder geringerem Abstande mit einer Bohlwand umgeben, sodafs der zwischen beiden verbleibende Raum, welcher mit einem Pultdache abgedeckt wurde, einen Umgang bildete. Auch das obere Geschofs des Hauses konnte mit solchen Gängen versehen sein, welche dann eine Art von Altan bildeten und loptsvalir hiefsen. Bei den noch erhaltenen Umgängen der Kirchen ist der untere Theil der Aufsenwände gewöhnlich geschlossen, der obere mit reihenweise angeordneten Luft- und Lichtöffnungen versehen, so dafs diese Anbauten, welche der bewegten Umrifslinie des Grundplanes folgen, ganz besonders malerisch wirken. Vielfach sind die Umgänge auch nur durch schmale Lichtschlitze erhellt und häufig durch Beseitigen der Wände des Schiffes und Ersatz derselben durch Pfeilerstellungen zum Innenraum gezogen. Die in Island unbekannte Anordnung der Umgänge ist in Norwegen noch jetzt erhalten und läfst sich, wenigstens für das 13. Jahrhundert, auch für Dänemark nachweisen. Uebrigens besitzen nicht sämtliche Plankenkirchen solche Umgänge; sie fehlen beispielsweise, wie Schirmer mittheilt, der Aalenkirche in Guldalen. Ein interessantes Beispiel eines das Obergeschofs umgebenden Umganges, dessen Aufsenwand wie bei vielen Stabkirchen durch bogenförmige Oeffnungen im oberen Theile durchbrochen ist, bietet die Zeichnung eines Stavburs (Vorrathshauses) mit Galerieen in Ringerike in dem Werke von du Chaillu.

Die eigenthümliche Constructionsweise der Wände, welche den norwegischen Holzkirchen ihren Namen gegeben, wird Stabwerk — stavværk, reisværk — genannt. Die Art und Weise, Planken aufrecht in Fufs- und Kopfschwellen einzunuthen und an den Ecken, wo die Schwellen sich kreuzen, durch Eckpfosten zusammenzuhalten, mufs als vorchristlich angesehen werden. Man findet diese Construction, wenn auch — dem Zweck entsprechend — nur roh ausgeführt, schon in der Grabkammer, welche in dem Gogstadschiffe[1]) aufgezimmert war und deren Herstellung etwa in die Mitte des neunten Jahrhunderts fällt. Dieselbe Bauweise haben auch die Wände der Stabkirchen. Die Schwellen haben an den Ecken kräftige runde Eckpfosten und zwischen diesen sitzen, mit Nuth und Feder ineinander geschoben, die Planken (staver), welche oben durch Rahmstücke, die sogenannten stavlægjer, zusammengehalten werden. „Over grundvolden sterke sviller, hvorpaa der reise sig stolper eller staver, som sammenholde veggene, og over disse atter forbindes med sviller eller de saakaldte stavlægjer“ (Nicolaysen). Die Staver sind kräftige Bohlstücke, welche an den Thüreingängen besondere Verstärkungen zeigen. Wie weit die entwicklungsfähige Bauweise der Plankenkirchen mit ihrem Stabwerk, den innern freistehenden Pfosten und Dachverbänden schon vor Einführung des Christenthums vorhanden war und später auf die Kirchen übergetragen worden ist, läfst sich nur vermuthen. Dafs die Plankenwände der Sagazeit nicht fremd waren, zeigen das oben angeführte Beispiel, aufserdem die noch geläufigen Bezeichnungen staver, stavlægjer, welche den altnordischen stafir, staflægjur entsprechen. Noch jetzt finden wir den Stabwerkbau aufser an Kirchen an den in Sætersdal und Thelemarken erhaltenen Vorrathshäusern (stavbure), denen vielfach ein hohes Alter zugeschrieben wird. Der Stavbur des Hofes Randland ist angeblich gegen 900 Jahre, der von Berge gegen 500 Jahre alt. Die von du Chaillu mitgetheilte Abbildung zeigt ein zweigeschossiges Gebäude in Stabwerk errichtet, welches zur Unterbringung von Vorräthen, Kleidern u. dgl. dient. Das Obergeschofs springt auf den Langseiten weit über das Untergeschofs vor. Die Eck- und Thürpfosten sind reich geschnitzt; auch die Umrahmungen der gekuppelten Fensteröffnungen sind profilirt. Das Ganze deckt ein Satteldach mit ausgesägten Windbergbrettern.

Die jetzt meist gewölbten Decken der Holzkirchen werden als späterer Zusatz angesehen. Ursprünglich bildeten Dachstuhl und Dach die Decke der Kirchen, wie der Wohngebäude; doch hatte man bereits in gröfseren Gebäuden der Sagazeit den offenen Raum unter der First (hrót) durch eingesetzte bogenförmige Streben zu einer Art Wölbung entwickelt, welche wohl bald zum Schutz gegen Witterungseinflüsse eine Bretterverkleidung erhielt. Letztere (hvalf, hvelfing) fand sich nach der Angabe von Guðmundsson in den heidnischen Tempeln, besonders über dem innersten Theile derselben,[1]) später nach Einführung des Christenthums über dem Chorraum der Holzkirchen. In der Heimskringla II 314 wird eine solche Wölbung mit dem vom Winde geblähten Segel verglichen: „sem vindblásit segl eða hvolf af lopthúsi.“ Bei gröfseren Spannweiten wurde der Dachstuhl von Säulen (sulur) getragen, welche bei verwandten Volksstämmen mit besondern Namen „stapol, firstsul, magansul“ bezeichnet wurden. So im Beóvulf 925 „Hrôðgâr — tô healle geóng, stôð on stapole geseah steápne hrôf goldê fâhne“: H. ging in die Halle, stand an der Mittelsäule, sah den hohen Dachstuhl von Golde glänzend.“ Nach der lex Bajuvariorum entspricht dieser Mittelsäule in Deutschland „die grofse Säule“ magansul oder firstsul, welche die First des Daches zu tragen bestimmt ist. Die Stabwerkkirchen, welche Mittelsäulen haben, bilden eine besondere Gruppe, und es ist bis jetzt unentschieden, ob die Säulen ursprünglich oder späterer Zusatz sind. Solche Kirchen befinden sich in Nore und Opdal in Numedal, Næs und Flaa in Hallingdal. Die Kirche in Hitterdal gehört nicht hierher; die aus der Mittelachse gerückten Säulen in derselben stehen nicht mit dem Dachverband, sondern mit der später eingezogenen Decke in Verbindung. Guðmundsson hat die ursprüngliche Anordnung der ältesten Dachstuhlformen aus den Quellen und den noch jetzt in seiner Heimath gebräuchlichen Dachverbänden herzuleiten versucht. Derselbe

lichst mitgetheilt worden. Herrn Geh. Ober-Baurath Adler bin ich für gütige Mittheilung werthvoller Quellen dankbar.

1) Das Schiff wurde 1880 in dem Kongeshaug neben dem Hofe Gogstad aufgefunden und freigelegt.

1) Kjalnesingasaga 402: þar var gjórt af innar (að innan) kringlótt svo sem húfa væri.

schreibt das höhere Alter dem Pfettendach (âstag) zu, welches nach seiner Reconstruction in der einfachsten Form wiederum der bei Bickell aus den Angaben der lex Bajuvariorum entwickelten entspricht. Die Sparren ruhen einerseits auf den Wänden des Gebäudes, anderseits auf der Firstpfette, welche von den erwähnten Mittelsäulen getragen wird. Die Firstpfette heifst altnordisch mœniáss „Firstbalken", althochdeutsch anspoum, „Götterbaum", und es fällt auf, da das altnordische Wort áss dem althochdeutschen ans entspricht, dafs beide die Bedeutung „Gott" haben, das altnordische allerdings auch „Balken" bezeichnet.[1]) Die zweite von Guðmundsson angegebene Dachform (spærtag) würde als Kehlbalkendach zu bezeichnen sein. Die Sparren sind gegen einander gestützt und durch Kehlbalken verbunden. Den Längsverband stellen die in die Sparren eingeschnittenen Langbönd (sing. langband) her. Sie haben den Zweck, den Dachverband beim Aufstellen zu halten, bis die Dachschalung, welche ebenfalls senkrecht zu der Sparrenrichtung befestigt wird, aufgebracht ist. Auf der Schalung ruht dann die Schindeldeckung (spánþakit). Die Querschnitte, welche Nicolaysen mittheilt, zeigen als Dachverband diese zweite Form, nur sind die Sparren nochmals durch überschnittene zangen- oder strebenartige Hölzer gestützt. Die oben erwähnten Langbänder sind auch hier vorhanden. Dieses spærtag wird als das Normaldach der Plankenkirchen anzusehen sein. Für das Pfettendach oder âstag Guðmundssons habe ich in dem mir zugänglichen, etwas dürftigen Materiale kein Beispiel aufzufinden vermocht.

Wenn die Giebel des nordischen Hauses aus Holz bestanden, so wurde der obere Rand der äufsersten Sparren mit Brettern verkleidet, den sogenannten Windbergen oder Windbrettern der Dächer in Ost- und Westpreufsen entsprechend. Diese, vindskeiður oder brandar genannt, waren oft, wie noch jetzt in Norwegen, prächtig geschnitzt, besonders die Ecken als Drachen, deren Köpfe nach unten sehen, während die Schweife oben in einander verschlungen sind. Denselben Namen brandar führen auch die geschnitzten Vordersteven der Schiffe, deren Endigung seit den ältesten Zeiten allgemein die Form eines Kopfes hatte. Im Landnâmabuch wird erzählt: „Das war der Anfang jener heidnischen Gesetze, dafs die Leute nicht Schiffe mit Köpfen auf der See haben sollten; wenn sie aber solche besäfsen, so sollten sie den Kopf abnehmen, ehe man das Land zu Gesicht bekäme, und nicht mit den gähnenden Rachen oder geöffneten Schiffsschnäbeln landen, vor denen sich die Landgeister fürchteten.[2])" Auf der bekannten Tapete von Bayeux haben die Endigungen der Schiffe dieselbe Gestalt und ebenso die Firstendigungen der Dächer. Die gleiche Form kehrt wieder an den bei Minutoli und du Chaillu abgebildeten Reliquienschreinen im Museum in Bergen und in der Eriksbergkirche in Westergötland, an den reichgeschnitzten Stühlen aus Island und Norwegen, welche in den Museen in Kopenhagen, Christiania u. a. aufbewahrt werden, und ebenso an den Plankenkirchen, sodafs wir auch hier eine allgemein verbreitete, der ältesten Zeit entstammende Kunstform erkennen. Selbst die reichen, alterthümlichen Thürbeschläge der Hedalskirche enden in derselben Weise. Eine eigenthümliche Umgestaltung der Drachenköpfe zeigt die Firstendigung der Kirche in Hitterdal insofern, als die Köpfe zu wagerecht ausgestreckten Kreuzen umgebildet sind.

Die am meisten geübte und bevorzugte Verzierungsweise der nordischen Stämme war die Holzschnitzerei, welche dem Flächenschmuck ein ganz eigenartiges Gepräge und weitgehendste Anwendung gab. Die Pfosten, Hochsitzsäulen, Bekleidungen, Stühle, Schiffsschnäbel, alles wurde mit überaus reichen und schönen Schnitzereien bedeckt, deren Wirkung durch Malerei und, wie aus der oben angeführten Beschreibung des Tempels der Þorgerð Hörðabrûð hervorgeht, sogar durch Einlagen von edlen Metallen gesteigert wurde. Snorri Sturluson erzählt, dafs der byzantinische Kaiser Alexius die Schnäbel der Schiffe des Königs Sigurðr, welche dieser ihm schenkte, an der St. Peterskirche anbringen liefs; doch gewifs ihrer kunstvollen Ausbildung halber. Noch jetzt bezeugen die Schnitzereien an den Säterhütten im nordischen Berglande, dafs die Vorliebe für die altheimische Kunstübung nicht ganz erloschen ist, wenn auch Handfertigkeit und Erfindungsgabe gegen früher sehr gemindert erscheinen.

Die ersten Versuche durch verschlungene Linien eine Fläche zu verzieren, mufsten bald dazu führen, dem an sich bedeutungslosen Gewirr durch Anlehnung an bekannte Naturformen ein bestimmtes Gepräge und dem folgenden Auge Ruhepunkte zu geben, und sowohl den Normannen wie den Kelten scheint hierfür die Thiergestalt näher gelegen zu haben, als das Pflanzenwerk. So erhielten die Windungen Schlangenköpfe und wurden zu Schlangen; es treten andere Thiergestalten hinzu, denen man, um das Eigenartige der Verzierung nicht aufzugeben, übermäfsig lange Hälse und langgezerrte Glieder verlieh. Erst später fand sich für das Ornament eine an pflanzliche Bildungen anschliefsende Ausbildung. Die langgezogenen Windungen werden zu Ranken mit blatt- oder palmettenartigen Erweiterungen an den Enden und schliefsen sich an die entschiedener aus dem Ornament hervortretenden fabelhaften Thiergestalten an oder wachsen aus denselben heraus. Vielfach verschwinden letztere auch ganz; das Ornament nähert sich der romanischen Verzierungsweise und ein bestimmter Rhythmus tritt ein, wo es gilt, längere Stücke von gleicher Breite zu verzieren. Vielfach ist das Ornament der Thürumrahmungen so angeordnet, dafs rechts und links sich Drachengestalten nach der Mitte zu winden, während der Scheitel der Thüröffnung durch einen mit dem Kopf nach unten gekehrten Drachen bewacht wird. Die letztere Figur fehlt vielfach oder ist erheblich kleiner als die beiden anderen. Für die ältere Art des Ornaments geben die Schnitzereien von Urnæs Beispiele, einen Schritt weiter gehen die von Hitterdal, Tind, Borgund u. a., während am höchsten die Thürumrahmungen von Hedal, Reinlid, Hurum u. a. und vor allem die von Wang stehen. Man ging aber noch weiter. An Stelle der abenteuerlichen Ungethüme treten bald Gestalten der so überaus reichen und schönen Helden- und Göttersage. Bald Darstellungen einzelner Götter, besonders des Þor, oder berühmter Helden wie Hagbard, bald einzelne Begebenheiten, Baldrs Tod, Þors Kampf mit der Miðgarðschlange und anderes. Auf eine solche sehr umfassende Sagabildung in oder auf hölzernem Getäfel bezog sich die Hûsdrapa (Hauslied) des Ulfr Uggason, welche um 997 gedichtet ist (Dietrich, altn. Lesebuch). Die Einführung des Christenthums änderte daran nichts; vielmehr erhielten die Kirchen ohne weiteres denselben Schmuck.

1) âss pl. âsar der Balken; âss pl. æsir der Ase.

2) Þat var upphaf enna heiðnu laga', at menn skyldu eigi hafa höfuðskip î haf, en ef þeir hefði, þâ skyldi aftaka höfuð, âðr þeir kæmi i landssŷn, ok sigla eigi at landi með gapandi höfðum eða ginandi trionum, svâ at landvættir fældiz við.

Ein jetzt im Kopenhagener Museum befindliches Portal der alten Holzkirche in Öde im südlichen Norwegen zeigt auf einem Paar, wenn auch etwas später, doch in alter Zeit eingesetzter Stücke Darstellungen von zwei Helden des Volksliedes Holger Danske und Burmand. Ja selbst durchaus heidnische Stoffe, wie die Lieder von den Völsungen, Gjukingen, Niflungen u. a. geben noch lange Zeit nach Einführung des Christenthums Stoff zur Ausschmückung christlicher Kirchenbauten her. Besonders interessant ist die umfangreiche Schnitzerei einer mindestens dem Anfang des 13. Jahrhunderts angehörigen Thürumrahmung aus der abgebrochenen Kirche von Hyllestad. Der Stoff ist der aus der Völsungasaga bekannte Kampf Sigurðs mit dem Drachen Fafnir. Das in Abb. 5 mitgetheilte Bruchstück zeigt zu unterst Regin das Schwert für Sigurð schmiedend, darüber den Tod des Drachen. Die Gestalt des letzteren ist in das Ornament hineingezogen und dieses geschickt um die einzelnen figürlichen Darstellungen gelegt. Aehnliche Darstellungen aus der heidnischen Sage sind noch mehrere vorhanden; so auf einer Thürplanke der Opdalskirche in Humedal das Ende Gunnars im Schlangenhofe; auf einem Stück aus der Veignsdalskirche in Hedenæs Amt Sigurðs Thaten u. a. Dafs nicht allein die Thürgewände, sondern auch die Thüren selbst reichen Schmuck erhielten, liegt nahe. Die Thür der Kirche zu Urnæs ist mit dem gleichen Ornament überdeckt, welches die Umrahmung schmückt; die Thür der Kirche zu Versås in Vestergötland giebt wieder eine, freilich recht unbeholfene, Darstellung der Sigurðsage. Seltsam muthet auf dieser in eine christliche Kirche führenden Thür das alte Zeichen des Þorshammers an.



Abb. 5.

Aus allem geht hervor, dafs selbst für eine anspruchsvollere Ausstattung der Kirchen weder Stoff noch Handfertigkeit fehlten, vielmehr treffliche Vorbilder jeder Art in Norwegen vorhanden waren und auch benutzt worden sind. Es liegt näher anzunehmen, dafs die norwegische Plankenkirche sich allmählich aus heimischen Grundformen entwickelt hat, als mit Nicolaysen das Vorbild für dieselbe in der altchristlichen Basilika zu suchen. Die Querschnittform der Basilika ergab sich von selbst, sobald man zu dem rechteckigen Innenraum durch Beseitigen der Zwischenwand den Laufgang zog, und ebenso der weitere Schritt, welchen die Kirchen in Hurum und Lomen bei Nicolaysen veranschaulichen, nämlich die Zwischenwand durch freistehende Säulen zu ersetzen.

Die ersten Versuche, das Christenthum in Norwegen einzuführen, fallen in das neunte Jahrhundert. Die älteste Nachricht über vorhandene Kirchen enthält die Saga von Hakon dem Guten (um 950) in der Heimskringla cap. 15. „Hakon that kund, dafs er wolle das ganze Land taufen lassen. Der König liefs da einige Kirchen weihen und setzte Priester ein.[1]) In der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts gebot der König Olaf Kyrre (1066 bis 1083) dem Volke, in jeder Landschaft eine hölzerne Kirche zu erbauen und zu unterhalten. Hier werden daher die Anfänge der noch bestehenden Holzkirchen zu suchen sein. Ferner erbaute Håkon IV. (1217 bis 1263) viele Kirchen in allen Theilen des Landes. Sonstige Zeitbestimmungen sind nur sparsam vorhanden. In der Kirche zu Tind befindet sich eine Runeninschrift mit der Angabe, dafs Bischof Rainar die Kirche geweiht habe.[1]) Da der Genannte gegen Ende des zwölften Jahrhunderts lebte, so ist die Bauzeit des Gebäudes annähernd bestimmt und die Art ihrer Verzierungen und Schnitzereien erlaubt vergleichsweise Schlüsse auf das Alter anderer Plankenkirchen zu ziehen.

Für uns von besonderem Werthe ist die Kirche, welche früher in Vang bei Miöso in Valders stand und jetzt bei Brückenberg im Regierungsbezirk Liegnitz in schöner, waldiger Berglandschaft wieder aufgestellt ist. Das Bauwerk war zum Abbruch bestimmt und wurde auf Veranlassung des kunstsinnigen Königs Friedrich Wilhelm IV. für 80 Speciesthaler gekauft, von dem Architekten Schiertz an Ort und Stelle aufgenommen und über Lærdal und Bergen nach Deutschland geschafft. Durch Erlafs des Ministers Eichhorn wurde unter dem 26. Januar 1842 die Bildung eines neuen Pfarrsystems angeordnet und der Einpfarrungsrecefs durch Allerhöchste Ordre vom 26. Mai 1843 bestätigt. Die neue Parochie umfafst danach die Ortschaft Brückenberg, drei Häuser von Querseiffen und die Brodbaude. Für die Kirche sollte der Aufstellungsort so gewählt werden, dafs sie möglichst in die Mitte der neuen Parochie zu stehen kam und vom Schlosse Erdmannsdorf zu sehen war.

Bei Wiederherstellung der Kirche liefs sich nur ein Theil der alten Bruchstücke wieder verwenden; ein gröfserer Theil derselben sowie ein Theil der Holzschnitzereien mufste ergänzt werden. Aufserdem ist vollständig neu der massive, abseits stehende Glockenthurm und das gleichzeitig Schulzwecken dienende Pfarrhaus. Die seiner Zeit gefertigten Bauzeichnungen und sonstigen Unterlagen sind leider nicht mehr aufzufinden, ebensowenig die Aufnahmezeichnungen des Architekten Schiertz. Letztere würden über manche Erneuerung Aufschlufs geben, insbesondere ob der Umgang ursprünglich oder eine nach dem Vorbilde anderer Stabkirchen hinzugefügte Erweiterung des ursprünglichen Gebäudes ist. Im Jahre 1844 am 28. Juli wurde die Kirche in Gegenwart Ihrer Majestäten des Königs und der Königin eingeweiht. Die Kosten für die Aufstellung der Kirche und für den Bau überhaupt, also jedenfalls einschliefslich Thurm und Pfarrhaus, wurden auf den Allerh. Dispositionsfonds übernommen und betrugen im ganzen 70 151,79 ℳ. Der Bauplatz für die Kirche ist, den Weisungen des Königs entsprechend, von dem Kammer-Director des Grafen Schaffgotsch von Bergen ausgewählt. Der Bau selbst ist wahrscheinlich auf unmittelbare Anweisung von Berlin — jedenfalls ohne Mitwirkung der Regierung in Liegnitz — durch den Baumeister Hamann in Erdmannsdorf ausgeführt.

Das Alter der Kirche läfst sich annähernd durch Vergleichung, besonders des Ornaments, mit solchen Bauten feststellen, deren Bauzeit mit Sicherheit bestimmt ist. Den besten Finger-

1) Þå gerði Håkon konungr þat bert, at hann vildi bioða kristni of land alt. Håkon konungr lêt þå vîgja kirkior nockorar ok setti þar prêsta til.

1) Rainar biskop uigþi kirkin þessa.

zeig giebt hier die Kirche in Tind, deren Portal im Dahlschen Werke abgebildet ist, und welche, wie oben erwähnt, dem Ende des 12. Jahrhunderts angehört. Die Schnitzereien der Wangkirche sind schwungvoller und in Bezug auf Vertheilung und Anordnung tadellos. Dies gilt sowohl von dem Ausschmuck der breiteren Flächen als den eigentlichen Umrahmungen, Säulen und Bogen des Portals. Die Schnitzerei wird daher wohl jünger als die von Tind sein, umsomehr als auch der schöne Kleeblattbogen mit seinem prachtvollen Ornament eine Ausbildung zeigt, welche die Schnitzerei von Tind weit übertrifft. Es erscheint daher gerechtfertigt, die Bauzeit der Kirche jünger, als von Lachner geschehen, anzusetzen, etwa in die erste Hälfte des 13. Jahrhunderts. Eine in die Thür eingeschnittene Runeninschrift giebt als Namen des Kirchenheiligen St. Olaf an, doch bietet diese Mittheilung keine Zeitbestimmung für den Bau der Kirche selbst. Olaf der Heilige fiel bekanntlich im Jahre 1030 in der Schlacht von Stiklestad und wurde kurz darauf heilig gesprochen. Dafs die Kirche weit jünger sein mufs, liegt auf der Hand. Als Runenschneider nennt sich in der erwähnten Inschrift Einardi, von dem wohl zugleich die prächtigen Schnitzereien herrühren. Auch auf der Thür der Kirche in Versås hat sich der Name des Künstlers (Asmundr) in einer Runeninschrift erhalten, ebenso in Tind. Es mag gleich vorweg erwähnt werden, dafs von unserer Kirche die drei Thüren der Nord- und Südseite, sowie die Westthür mit Schnitzwerk verziert sind. Die Abbildung auf Blatt 11 stellt die Umrahmung der Südthür dar, doch sind der Schaft und das Capitell der rechtsseitigen Säule der Sacristeithür auf der Nordseite entnommen.

Der Grundrifs der nicht genau nach Osten gerichteten Kirche besteht im wesentlichen aus dem rund 9 m langen, 7,5 m breiten Hauptschiffe, an welches sich der 3,8 m lange, 5,1 m breite Chor mit halbrunder Apsis anschliefst. Das ganze Gebäude ist von dem Laufgang umgeben, welcher eine Breite von 0,80 bis 0,85 m besitzt. Auf der Nord-, Süd- und Westseite erweitert sich derselbe durch Vorbauten, von denen der auf der Nordseite belegene als Sacristei dient, während die beiden anderen als Eingangshallen benutzt werden. Das Hauptschiff hat (jetzt) eine gerade Holzdecke, welche durch die vortretenden Balken in Felder getheilt wird; der Chor und die Apsis sind mit Wölbung versehen. Vier kräftige freistehende Säulen mit reich geschnitzten Capitellen sind in der Richtung von Norden nach Süden durch gurtbogenähnlich ausgeschnittene Bohlstücke verbunden und tragen den über das Dach des Hauptschiffes hinausgeführten Dachreiter. Der Chor steht mit dem Schiffe durch drei Bogenöffnungen in Verbindung, welche durch zwei freistehende und zwei an die Ostwand des Schiffes anschliefsende Säulen mit darüber gespannten Bögen gebildet werden. Die Apsis ist um drei Stufen gegen den Chor erhöht. Das Innere der Kirche wird im Schiff und Chor durch gekuppelte, rundbogig geschlossene Fenster erhellt, welche aber nicht in das Freie sondern nach dem Umgang hin münden. Aufserdem liegt aber eine Reihe rundbogiger Fensteröffnungen oberhalb des letzteren unmittelbar unter dem Dache. Die Apsis besitzt aufserdem noch drei in die Kuppelwölbung eingeschnittene Fensteröffnungen.

Die Bauart ist die bei allen Stabkirchen übliche. Die Ecken des Gebäudes werden durch kräftige Rundstämme von 36 cm Durchmesser gebildet; die Bohlen der Wände, 17 cm stark, mit Nuth und Feder in einander geschoben, sitzen unten in den Schwellen, oben im Rahmstück. Die Bohlstücke der Thüreingänge zeigen besondere, aus dem vollen Holze geschnittene halbrunde Verstärkungen, welche zu verzierten Säulen ausgebildet sind. Der alte Dachverband ist beibehalten oder in der alten Weise wiederhergestellt. Auch hier bildet derselbe das alte spærtag Guðmundssons mit Hinzufügung der bereits erwähnten kreuzweise angeordneten zangen- oder strebenähnlichen Hölzer zur Herstellung eines Dreiecksverbandes. Was die Erscheinung des Aeufsern anbetrifft, so ist jeder Theil des Grundrisses daselbst auch zum Ausdruck gebracht. An das Hauptschiff schliefst sich der etwas niedrigere Chor; an diesen die mit einer Halbkuppel und laternenartigem Aufbau überdeckte Apsis. Auch an diesen Theilen dürfte die Ergänzung über die Gestalt der alten Kirche hinausgegangen sein. Sämtlichen Innenräumen folgt der mit einem Pultdach abgedeckte Umgang, aus welchem wieder folgerichtig die Ausbauten der Eingänge und der Sacristei hervortreten. Ueber das Dach des Hauptschiffes erhebt sich dann der erwähnte Dachreiter mit kleinerem Aufbau. Abgesehen von den Aufsenflächen des Umgangs sind die Wandflächen der Kirche mit Schindeln bekleidet, während die Dächer Schieferdeckung nach deutscher Art besitzen. Die malerische Erscheinung des Bauwerkes wird erheblich durch die Bogenöffnungen des Umgangs und des Hauptschiffes gesteigert, aufserdem aber auch durch den zierlichen Schmuck der Firstbretter mit den kühn geschwungenen „gähnenden Drachenköpfen“.

Die Kirche erinnert im Grundrifs wie Aufbau an die Kirchen von Borgund und Hitterdal; besonders die erstere scheint vielfach bei der Wiederherstellung als Vorbild gedient zu haben. Weniger im Innern als im Aeufsern. Die gekuppelten Fenster im Hauptschiff und Chor fehlen in Borgund und Hitterdal und sind vielleicht späterer Zusatz; auch die Säulen haben andere Form und sind mehr denen von Hurum und Lomen ähnlich. Der Einflufs der romanischen Bauweise tritt in Wang besonders stark hervor, und es liegt hierin wohl auch der Grund für die ganz besondere Eleganz in der Zeichnung des Schnitzwerks, welche die Kirche vor allen anderen in hohem Grade auszeichnet. Die von Lachner mitgetheilten kleinen Löwenfiguren von alterthümlichem Gepräge finden sich in seltsam stilisirter Form auch in der Kirche in Hurum auf einem Säulenpaar, welches an der Eingangsthür zu dem ursprünglichen Chore stand. Auch von den Capitellen der Schiffsäulen giebt Lachner ein Beispiel. In dem Werkchen des Pastor Werkentin wird ferner eines Wappenschildes mit drei Schwertern in blauem Felde gedacht, welches im Chor der alten Kirche links vom Altar sich befunden hat, sowie der Gewölbmalereien im Chor und in der Apsis. Letztere, biblischen Inhalts, Christus als Weltrichter, Abendmahl u. a., waren mit schwarzen Umrissen gezeichnet und sollen nach Berlin übergeführt sein.

Mit der Kirche ist der abseits stehende, aus Stein erbaute Glockenthurm durch einen Säulengang in Verbindung gebracht. Leider schädigt der steife, so wenig der bewegten Umrisslinie der Kirche angepafste Thurm das Gesamtbild der Anlage etwas — doch ist das Kirchlein ein so werthvolles, durch hohes Alter, malerische Wirkung und kunstvollen, stilgerechten Ausschmuck gleichmäfsig ausgezeichnetes Werk, dafs wir des Besitzes uns aufrichtig freuen und dankbar des kunstsinnigen

Fürsten gedenken sollen, welcher den Schatz vor der Zerstörung bewahrte.

Quellen:

J. C. Dahl, Denkmale einer sehr ausgebildeten Holzbaukunst aus den frühesten Jahrhunderten in den innern Landschaften Norwegens. 1837.

v. Minutoli, Der Dom zu Drontheim. 1853.

Nicolaysen, Mindesmerker af Middelalderens kunst i Norge. 1855.

(Werkentin), Kurze Geschichte der Bergkirche unseres Erlösers zu Wang.

J. Kornerup, Materialet i de ældste danske kirker in den Aarböger for Nordisk Oldkyndighed og historie. 1870.

Henning, Das deutsche Haus und seine historische Entwicklung. 1882.

P. Du Chaillu, Im Lande der Mitternachtssonne. 1882.

K. Lachner, Architektonische Reisestudien.

1. Die Kirche Wang im Riesengebirge und ihre Bedeutung für die Holzarchitektur Norwegens. In Lützows Ztschr. f. bild. Kunst. 1886.

L. Bickell, Hessische Holzbauten. 1887.

V. Guðmundsson, Privatboligen på Island i sagatiden. 1889.

H. M. Schirmer, Der Studienbezirk zur Aufklärung der Norwegischen Baucultur. Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen. 1889.

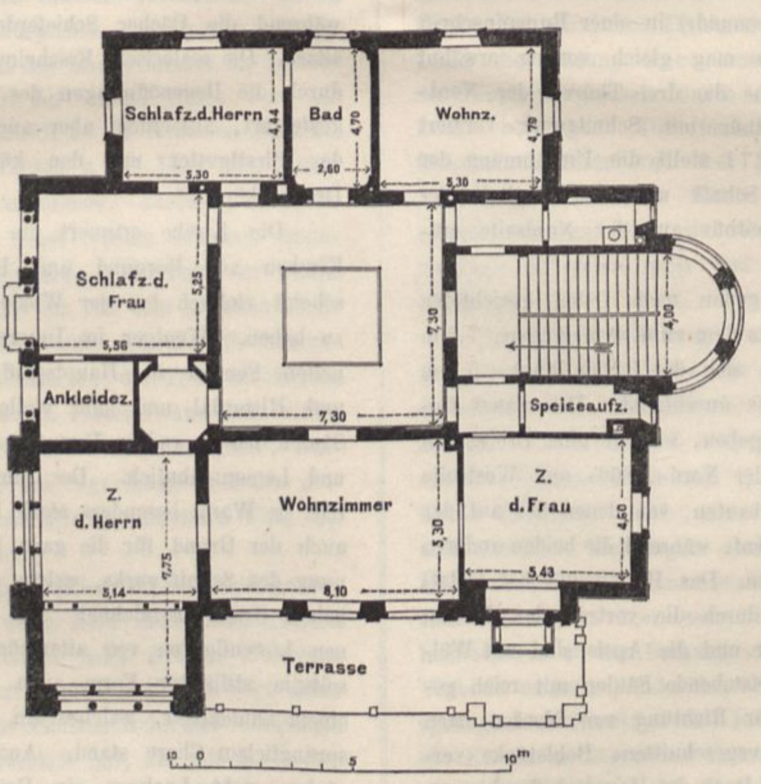
Ludw. Böttger.

## Haus Lobstein in Heidelberg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 12 im Atlas.)



Die auf Blatt 12 in Perspective und Hauptgrundrifs dargestellte Villa wurde von dem Unterzeichneten während der Jahre 1886 und 87 im Auftrage des Herrn Dr. E. Lobstein in Heidelberg ausgeführt. Der Bauplatz liegt am oberen Ende des alten Weges, welcher von Westen her nach dem Heidelberger Schlosse führt. Vor Errichtung des Neubaues standen an dessen Stelle zwei ältere Häuser, deren eines, aus dem vorigen Jahrhundert, die trockenen Formen der einfachen Gebäude aus jener Zeit zeigte, während das andere aus einem modernen, unförmigen, dreistöckigen Wohnhausbau mit angeschlossenen Wirthschaftsgebäuden bestand. Beide Häuser, bereits baufällig, wurden gänzlich abgetragen. Dabei zeigte sich, dafs ihre Grundmauern nicht bis auf den gewachsenen Boden hinunter reichten, sondern auf eine bedeutende Schuttmasse aufgesetzt waren. Den Bauplatz begrenzten gegen Süden und Osten vorbeiziehende öffentliche Wege, gegen Westen Nachbargrundstücke, und gegen Norden war der Ausdehnung des Gebäudes durch das bedeutende Gefälle des Geländes ein Riegel vorgeschoben. Für die von dem Bauherrn vorgeschriebenen Räume stand auf diese Weise eine nahezu quadratische Fläche von ungefähr 24 m nach jeder Richtung zur Verfügung. Die Wohn- und Schlafräume wurden, um einen von oben beleuchteten Vorraum liegend, in zwei Stockwerken untergebracht. Im Erdgeschofs fanden zwei Empfangsräume, ein Efszimmer mit Anrichteraum und zwei Nebenräumen Platz, im Obergeschofs der unteren Eintheilung entsprechende Wohnräume, Schlaf- und Badezimmer. Die Küche liegt im Kellergeschofs, die Dienstbotenstuben befinden sich in einem das Dach überragenden Aufbau. Die Geschofshöhe beträgt im Erdgeschofs 4,9 m und im Obergeschofs 4,3 m. Die hauptsächlichen Wohn- und Schlafzimmer werden durch eine Warmwasserheizung erwärmt, welche von der Firma Rietschel u. Henneberg in Berlin ausgeführt wurde. Die übrigen Räume haben Ofenheizung. Das Efszimmer ist an Decke und Wänden mit Eichenholz bekleidet, der Vorraum im Obergeschofs mit Nufsbaumholz getäfelt und der Vorplatz im Erdgeschofs, sowie die beiden Empfangsräume sind mit Marmorsäulen bezw. Pilastern und Stuckdecken ausgestattet.



Haus Lobstein. Grundrifs vom Obergeschofs.

Besondere Schwierigkeiten verursachte die Gründung. Der gewachsene Boden, in der Richtung von Osten nach Westen aus Rothliegendem, Buntsandstein und festem Lehm bestehend, fällt gegen Westen um 1,7 m und gegen Norden um etwa 4,8 m. Die den festen Baugrund rund 7 m hoch überlagernde Schuttmasse war in den untersten Schichten mit Wasser durchzogen, nur durch Stützmauern in ihrer Lage erhalten und zur Gründung schlechterdings ungeeignet. Ein Rost irgend welcher Art erschien aus naheliegenden Gründen zur Festigung des Baugrundes nicht wohl ausführbar, daher wurde es vorgezogen, die Umfassungsmauern in ihrer ganzen Ausdehnung mit entsprechender Stärke bis auf den gewachsenen Boden hinunterzuführen und die Zwischenwände auf ebensotief gegründete starke Pfeiler und verbindende Bogen aufzusetzten. Die Nachtheile der ungleichen Grundmauertiefe wurden durch sorgfältig und langsam ausgeführte Mauerung und durch Verwendung von Portlandcement in den untersten Theilen auszugleichen versucht; ausserdem wurde, und zwar auf Anrathen des Herrn Baudirector Durm in Karlsruhe, ein wagerechter Verband der Grundmauern vermittelst Einlagen von dünnem Reifeisen in ungefähr 1 m hohen Abständen (etwa vier Streifen auf 1 m Mauerstärke) hergestellt. Thatsächlich waren nach mehr als drei Jahren, von Beginn des Baues an gerechnet, keine irgendwie erheblichen

Senkungen, welche auf die Gründung zurückgeführt werden konnten, zu bemerken.

Für die Fronten wurden die ruhigen Formen der italienischen Renaissance gewählt, hauptsächlich aus dem Grunde, um sie nicht durch gleichartige Ausdrucksweise mit dem nahe gelegenen Schlosse in Vergleich treten zu lassen. Die schon vorhandenen Stützmauern am Bergabhange wurden durch Aufsetzen von Brustwehren zur Bereicherung der Gesamterscheinung herangezogen. Die Ausführung der Fronten erfolgte in graugrünem Keupersandstein.

Fritz Seitz.

---

# Kläranlage für die Abwässer des Universitäts-Krankenhauses in Greifswald.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 13 im Atlas.)



Die in der Stadt Greifswald bestehenden Canäle, Abzugsrinnen und offenen Gräben wurden noch in den achtziger Jahren vielfach dazu benutzt, Schmutz und Kothmassen aufzunehmen, welche dem nördlich der Stadt vorbeifliefsenden Ryckflusse oder dem an zwei Stellen in diesen mündenden, die Stadt im Westen, Süden und Osten umschliefsenden Stadtgraben zugeführt wurden. Das fehlende natürliche Gefälle des Ryckflusses, welcher etwa 4 km östlich der Stadt in den Greifswalder Bodden mündet, sowie die vorwärts und rückwärts gerichtete Strömung, welche abhängig ist von den in dem Bodden durch die verschiedenen Windrichtungen bewirkten Schwankungen des Wasserstandes,*) brachten die Schlammassen zur Ablagerung und verunreinigten den sogenannten Hafen der Stadt in erheblichem Grade. Die städtische Polizei sah sich deshalb veranlafst, im Jahre 1881 eine Abfuhr der Koth- und sonstigen Schmutzmassen in tragbaren Gefäfsen vorzuschreiben mit der Bedingung, dafs diese Anlagen innerhalb sechs Jahre überall zur Ausführung gelangt sein sollten. Wenn eine Einrichtung nach diesem System auch in den im südlichen Theile der Stadt liegenden Institutsgebäuden mit Leichtigkeit durchführbar war, sodafs die daselbst vorhandenen Abzugscanäle nur noch Tages- und Spülwasser abzuführen hatten, so stellten sich auf dem in dem nördlichen Theile der Stadt gelegenen, von der Kapaunen-, Hafen-, Schuterhagen- und Langefuhr-Strafse umschlossenen Grundstück der Universität der Einrichtung einer Abfuhr bedeutende Schwierigkeiten in den Weg. Denn das Krankenhaus, das anatomische und pathologische Institut führten nicht nur gröfsere Mengen menschlicher Auswurfstoffe, sondern auch die Abgänge von den Sectionen, chirurgischen Operationen und dergl. den unterirdischen Rohrleitungen und schliefslich durch einen gemauerten Canal dem 32 m von der nordöstlichen Grenze des Grundstückes entfernten Ryckflusse zu. Von einer Beseitigung dieser Schmutzmassen mittels der von der Stadt vorgeschriebenen Tonnen oder Kübel mufste ohne weiteres abgesehen werden, und es blieb somit nur übrig, eine Abführung der Massen wie vordem durch Canäle zu bewirken, sodann aber vor Einmündung in den Ryckflufs eine Trennung der festen und flüssigen Massen sowie eine Reinigung der letzteren vorzunehmen, so zwar, dafs dieselben dem Flusse in unschädlichem Zustande zugeführt werden können, die festen Rückstände aber abgefahren werden.

Es ergab sich somit die Nothwendigkeit der Einrichtung einer Kläranlage. Eine gleichzeitig angeordnete gründliche Untersuchung der vorhandenen Gruben und Rohrleitungen ergab bei deren geringem Gefälle einen so ungünstigen Zustand, dafs das ganze System der Ableitung sich in Wirklichkeit als eine Ablagerungstätte der Abgänge darstellte, welche erst dann fortgespült wurden, wenn sie durch Fäulnifs aufgelöst waren. Vielfach zeigten die Rohrstränge Bruchstellen, welche eine Inficirung des Erdbodens und der Brunnen zur Folge hatten. Noch weitere Schäden, auf die einzugehen hier nicht der Platz ist, führten zur Erkenntnifs der Unmöglichkeit, diesen Zustand länger bestehen zu lassen, und gaben Veranlassung, sämtliche Abflufsleitungen um- oder neuzulegen und in ausreichendem Mafse mit 0,95 m weiten Reinigungsschächten zu versehen. Letztere sind ohne Schlammfänge angelegt, um zu verhindern, dafs gröfsere Mengen von Abfallstoffen festgelagert werden und in Fäulnifs übergehen können. Die Röhren liegen demnach hart über der Sohle der Schächte und sind zwischen je zweien derselben in völlig gerader Richtung geführt, sodafs man leicht mit Hülfe eines Lichtes von einem Reinigungsschacht zum anderen hindurchsehen kann.

Für die Berechnung der Gröfse der Kläranlage wurden folgende Annahmen gemacht: Das gesamte Rohrnetz ist in zwei Theile zerlegt, von denen der nördliche die Abwässer des chemischen, anatomischen und pathologischen Institutes mit ihren Nebenanlagen, sowie der beiden Baracken und des Waschhauses aufnimmt, während der südliche die Abgänge des Krankenhauses abführt. Die aus den genannten Gebäuden täglich abzuführenden Gebrauchswasser sind ermittelt:

1. für das Anatomiegebäude zu . . . . . 1700 l,
2. für das chemische Institut zu . . . . . 200 l,
3. für das pathologische Institut zu . . . . 1600 l,
4. für das Macerationsgebäude zu . . . . . 100 l,
5. für die beiden Baracken zu . . . . . . 6350 l,

(wobei die Belegziffer zu 50 Menschen angenommen und 127 l auf jeden Menschen gerechnet sind),

zusammen 9950 l

oder rund 10 000 Liter. Die Abwässer des Krankenhauses und der Waschküche wurden nach den Füllungen der für diese Gebäude bis dahin bestehenden, auf dem Boden des Krankenhauses aufgestellten Wasserbehälter ermittelt und betragen 60- bis 70 000 l täglich. Hiernach berechneten sich die der Kläranlage im ganzen zuzuführenden Abwässer auf durchschnittlich 80 000 l für den Tag, eine Annahme, die sich auch nach dem im vorigen Jahre ausgeführten Anschlufs sämtlicher Gebäude an die mittlerweile errichtete städtische Wasserleitung als ausreichend erwiesen hat. Die Einführung des Regenwassers in die Rohrleitung wurde ausgeschlossen, weil das Saugewerk der Kläranlage die Wassermassen plötzlicher starker Regengüsse nicht mit zu bewältigen imstande gewesen wäre. Die Kläranlage wurde hiernach so berechnet, dafs in der Minute 100 l

*) Diese bewegen sich unter den gewöhnlichen Verhältnissen innerhalb der Grenzen von 20 cm, können sich aber bei Sturmfluthen bis 2 m und mehr steigern.

reinen Wassers abfliefsen. Bei einer 14stündigen Klärung würden also täglich 14 · 60 · 100 = 84 000 l bewältigt werden können. Ein durchschnittlich 12stündiger Betrieb hat sich bisher als völlig ausreichend erwiesen.

Die Anlage ist nach dem der früheren Firma Franz Rothe Söhne (jetzt W. Rothe in Güsten) patentirten Röckner-Rotheschen Klärsystem ausgeführt, da dasselbe von allen bis dahin bekannten Kläreinrichtungen den geringsten Raum erforderte und daher die Möglichkeit bot, es auf dem durch eine Masse von Baulichkeiten beschränkten Grundstücke des Krankenhauses erbauen zu können. Das Princip dieser Einrichtung besteht bekanntlich darin, dafs die Schmutzwasser mit einem Chemicalienzusatze versehen werden. Die Verunreinigungen werden dadurch zu specifisch schweren Massen gebunden, um alsdann bei einem langsamen Aufsteigen des Wassers in einem hohen Cylinder niederzufallen und einen reinen Abflufs des Wassers aus dem Cylinder zu ermöglichen.

Wie aus den Abbildungen auf Blatt 13 ersichtlich, endet die Rohrleitung in den Siebbehälter, einen rechteckigen Schacht, in welchem die Ablauföffnung durch ein schräg ansteigendes Sieb von 12 mm Maschenweite verdeckt ist, um gröfsere Körper aufzuhalten. Von hier gelangen die Abwässer in den Staubehälter. Dieser dient zur Anstauung der aufserhalb der Betriebszeit, also hauptsächlich nachts, zufliefsenden Abwässer und ist so grofs bemessen, dafs eine Füllung des Rohrsystems durch Rückstau unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht eintreten kann. Vom Staubehälter aus treten die Abwässer in die Mischrinne, und zwar durch eine sielartig zu schliefsende Oeffnung, um den Zuflufs regeln zu können. Letzteres geschah anfänglich durch eine Schwimmervorrichtung. Diese hat sich aber nicht bewährt, und die jetzige Einrichtung zeigt, dafs ein genau geregelter Zuflufs in die Mischrinne auch gar nicht nothwendig ist. In der Mischrinne erfolgt der Zusatz der Chemicalien, welche am oberen Ende der Mischrinne durch zwei Röhren einfliefsen und durch eingemauerte Stromhindernisse und die dadurch erzeugten fortgesetzten Wirbelungen innig mit den Abwässern gemischt werden. Einen Hauptbestandtheil bildet Kalkmilch, welche in einem besonderen Kalklöschbehälter in einem oberen Geschosse des Gebäudes bereitet wird und in einen gröfseren Rührbottich abfliefst. Die Durcharbeitung in diesem, sowie die der übrigen Chemicalien in einem anderen Rührbottiche geschieht mittels Maschinen. Die Regelung des Abflusses in die Mischrinne findet durch selbstthätige (patentirte) Zuführungsvworichtungen statt. Von der Mischrinne gelangen die Abwässer in den tiefen cylinderförmigen Klärbrunnen, der durch trichterförmige Ausbildung seines unteren Theiles zu concentrirter Ansammlung des gefüllten Schlammes eingerichtet ist. Der in ihm zulässige niedrigste Stand der Flüssigkeit liegt auf + 2 m. In dieselbe taucht der unten offene (Röckner-Rothesche) Klärcylinder, in welchem das gemischte Schmutzwasser durch Herstellung eines luftleeren Raumes aufzusteigen genöthigt wird. Mit seinem vollen Durchmesser reicht der Cylinder nur 8,5 m über den Wasserspiegel hinaus, ist aber durch ein dünneres Ansatzrohr bis zu der einer Atmosphäre entsprechenden barometrischen Höhe verlängert. Dieses Rohr steht durch ein anderes Rohr mit einer Luftpumpe in Verbindung, welche die Herstellung des Vacuums im oberen Theile des Klärcylinders bewirkt. Es sinken nunmehr die feinsten im Wasser schwebenden Theilchen von gröfserem specifischen Gewichte als das Wasser in den trichterförmigen Theil des Brunnens nieder. Diese Wirkung der Schwerkraft wird durch die vorher zugesetzten chemischen Füllungsmittel unterstützt, indem durch sie sowohl die Abscheidung wie die Einhüllung und Beschwerung der beigemengten fein vertheilten Verunreinigungen bewirkt wird. Das so geklärte Wasser fliefst durch ein seitlich angebrachtes Rohr von 180 mm Durchmesser nach dem Princip des Hebers selbstthätig nach dem Ablaufschacht ab, und zwar wie oben erwähnt 100 l in der Minute. Der in dem trichterförmigen Klärbrunnen sich absetzende Schlamm, für den Tag höchstens 3 cbm, wird durch eine Schlammpumpe in luftdicht verschliefsbare eiserne Fahrtonnen von 1600 l Inhalt gehoben und täglich abgefahren.

Wie bereits im Eingang erwähnt, ist der Wasserstand des Ryckflusses, nach welchem das geklärte Wasser abfliefst, nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen. Die Anlage bedurfte daher eines Schutzes gegen den Andrang des Hochwassers aus dem Ryck. Zu diesem Zwecke sind dem Ablaufschachte, welcher möglichst in seinem Wasserspiegel die Ordinate + 1,80 behalten soll, zwei weitere Schächte vorgelegt, von denen der äufserste, der Fluthschacht, in unmittelbarem Anschlusse an das zum Strafsencanal führende Abflufsrohr steht, also in der Höhe seines Wasserspiegels derjenigen im Ryck genau entsprechen wird. Der Schacht zwischen Ablauf- und Fluthschacht enthält in einer nach letzterem hin gerichteten Rohrerweiterung mit Kugel einen selbstthätigen Verschlufs. Beim Aufsteigen des Hochwassers im Fluthschachte wird sonach das Rohr abgeschlossen und die Anlage gegen das Hochwasser geschützt. Durch einen Rohrschieber kann der selbstthätige Verschlufs noch unterstützt werden. Infolge des fehlenden Abschlusses findet nunmehr im Ablaufschachte ein Ansteigen des Wassers statt, welches mittels der im Maschinenraum aufgestellten Wasserpumpe in den Fluthschacht übergehoben wird.

Die verschiedenen zum Betriebe erforderlichen Maschinen, die Rührwerke, die Luft-, Schlamm- und Wasserpumpe werden von einem Körtingschen Gasmotor von zwei Pferdekräften betrieben. Die Gesamtkosten der Anlage haben nach Abzug der für einen längeren Probebetrieb bis zur Uebergabe nothwendig gewordenen Ausgaben 25 360 ℳ betragen. Hiervon entfallen auf die Baulichkeiten 12 790 ℳ und auf die innere Einrichtung einschliefslich der durch den Maurer bewirkten Hülfeleistung 12 570 ℳ. Hierbei ist zu berücksichtigen, dafs von obigen 12 790 ℳ allein auf die Erdarbeiten, worin die Kosten für die 1,50 m hohe Sandschüttung zur Herstellung eines tragfähigen Baugrundes enthalten sind, 2436 ℳ kommen. Die Anlage ist seit dem 1. April 1889 im Betriebe. Die Betriebskosten haben sich einschliefslich des 750 ℳ betragenden Lohnes für den Maschinisten nach Mittheilung der Verwaltung des Universitäts-Krankenhauses im Verlaufe eines Jahres, d. h. von dem gedachten Zeitpunkte ab bis zum 1. April d. Js. auf 1980 ℳ oder täglich durchschnittlich 5,42 ℳ gestellt.

Greifswald im Juni 1890. Brinckmann.

# Der Verkehr auf deutschen Wasserstrafsen in den Jahren 1875 und 1885.

(Mit zwei Karten auf Blatt 14 im Atlas.)



Nicht nur in Deutschland, sondern in fast allen Ländern Europas besteht das lebhafte Bestreben nach einer Verbesserung und Vermehrung der vorhandenen Wasserstrafsen. Nachdem das grofse Netz der Eisenbahnen in seinen Hauptzügen ausgebaut, erinnert man sich auch wieder der Flüsse und Canäle als Verkehrswege, die man zeitweise als veraltet unterschätzte, deren Vorzüge für die Billigkeit des Transportes aber doch nicht dauernd verloren gehen konnten.

Wenn indes nicht nur an eine Verbesserung vorhandener, sondern auch an den Bau neuer Verkehrswege gedacht wird, ist es wünschenswerth, den Stand kennen zu lernen, auf welchem das Verkehrswesen sich zeitig befindet und welche Entwicklung es in der letzten Zeit genommen hat.

Der Zustand des Verkehrsweges und die Gröfse des Verkehrs verdienen dabei in erster Linie Berücksichtigung. Während der erstere durch mehrfache amtliche Veröffentlichungen dem Bedürfnifs einigermafsen entsprechend bekannt geworden ist, sollen im folgenden der Umfang und die Entwicklung des Verkehrs der allgemeinen Beachtung nahe gerückt werden. Einestheils ist dies zu bewirken durch übersichtliche Zahlenzusammenstellungen und anderntheils durch Karten, in denen der Verkehr zeichnerisch zur Darstellung und zum anschaulichsten Verständnifs gebracht wird. Die eine dieser Karten ist bereits früher im Druck erschienen,[1]) die andere zunächst auf dem IV. Internationalen Binnenschiffahrts-Congrefs in Manchester zur Ausstellung gelangt. Die auf Blatt 14 beigegebenen Karten sind vereinfachte Verkleinerungen jener gröfseren und eingehenden Darstellungen.

Die ältere Karte, sowie die dazu gehörigen Zusammenstellungen betreffen den Güterverkehr auf deutschen Wasserstrafsen im Jahre 1885, die neue dagegen denjenigen im Jahre 1875. Die Jahre 1875 und 1885 eignen sich in mancher Beziehung recht gut zu einer Betrachtung über die Entwicklung der deutschen Binnenschiffahrt, weil in dieser Zeit grofse Verbesserungen an den deutschen und insbesondere an den preufsischen grofsen Strömen zur Ausführung gelangten und die Hebung des Verkehrs den fast unmittelbar wirkenden günstigen Einflufs jener Flufsregulirungen zur äufseren Erscheinung bringt. Noch erheblicher zeigen sich die erzielten Erfolge in den auf 1885 folgenden Jahren, nachdem die Schiffsgefäfse begonnen haben, sich den gröfseren Verhältnissen anzupassen, sodafs demnächst eine Vergleichung der Jahre 1880 und 1890 ein noch zutreffenderes Bild von dem innigen Zusammenhange zwischen Zustand der Fahrstrafse und Gröfse des Verkehrs geben wird.

## Umfang des Verkehrs.

Der Wasserstrafsenverkehr Deutschlands bewegt sich zum gröfsten Theil auf den grofsen Strömen, welche nur in verhältnifsmäfsig geringem Mafse durch schiffbare Nebenflüsse und Canäle zu einem zusammenhängenden Netze verbunden sind. Nichtsdestoweniger ist der Güterverkehr auf deutschen Wasserstrafsen, wie aus den folgenden Zusammenstellungen hervorgeht, ein ganz erheblicher.

Aus den Zahlen 1885 ergiebt sich u. a., dafs die Gesamtgüterbewegung auf den rund 10 000 km langen deutschen Wasserstrafsen 4 800 000 000 Tonnenkilometer betrug, was einem kilometrischen Verkehr von 480 000 t entspricht. Innerhalb des betrachteten Gebietes kamen 14 500 000 t an und 13 100 000 t wurden versandt; der Ueberschufs des Ankunftsüber den Abgangs-Verkehr entspricht dem Unterschiede zwischen der gröfseren Einfuhr und der geringeren Ausfuhr von Waren. Die mittlere Transportentfernung betrug 350 km, war also sehr bedeutend.

**Tabelle I.**

Güterverkehr auf deutschen Binnenwasserstrafsen.[2]) Ortsverkehr der bedeutenderen Hafenplätze in den Jahren 1875 und 1885.

| — | Hafenplatz | 1875 | | | 1885 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | angekommen | abgegangen | zusammen | angekommen | abgegangen | zusammen |
| | | t | t | t | t | t | t |
| 1 | Memel | 309 000 | 65 000 | 374 000 | 307 000 | 60 000 | 367 000 |
| 2 | Breslau[3]) | 111 000 | 16 000 | 127 000 | 128 000 | 329 000 | 457 000 |
| 3 | Hamburg | 336 000 | 463 000 | 799 000 | 1 323 000 | 1 275 000 | 2 598 000 |
| 4 | Magdeburg | 418 000 | 258 000 | 676 000 | 746 000 | 345 000 | 1 091 000 |
| 5 | Dresden | 179 000 | 17 000 | 196 000 | 351 000 | 128 000 | 479 000 |
| 6 | Berlin | 2 992 000 | 247 000 | 3 239 000 | 3 443 000 | 314 000 | 3 757 000 |
| 7 | Rüdersdorf | 4 000 | 679 000 | 683 000 | 21 000 | 564 000 | 585 000 |
| 8 | Bremen | 201 000 | 76 000 | 277 000 | 112 000 | 64 000 | 176 000 |
| 9 | Ruhrort einschl. Duisburg und Hochfeld | 761 000 | 2 174 000 | 2 935 000 | 1 120 000 | 3 686 000 | 4 806 000 |
| 10 | Düsseldorf | 104 000 | 36 000 | 140 000 | 143 000 | 40 000 | 183 000 |
| 11 | Köln | 160 000 | 98 000 | 258 000 | 204 000 | 114 000 | 318 000 |
| 12 | Oberlahnstein | 15 000 | 136 000 | 151 000 | 16 000 | 152 000 | 168 000 |
| 13 | Mainz | 116 000 | 16 000 | 132 000 | 181 000 | 24 000 | 205 000 |
| 14 | Gustavsburg | 112 000 | 9 000 | 121 000 | 359 000 | 67 000 | 426 000 |
| 15 | Ludwigshafen | 103 000 | 26 000 | 129 000 | 427 000 | 91 000 | 518 000 |
| 16 | Mannheim | 569 000 | 167 000 | 736 000 | 1 308 000 | 408 000 | 1 716 000 |
| 17 | Frankfurt a/M. | 197 000 | 4 000 | 201 000 | 169 000 | 2 000 | 171 000[4]) |
| 18 | Nürnberg | 64 000 | 30 000 | 94 000 | 47 000 | 5 000 | 52 000 |
| 19 | Passau | 75 000 | 68 000 | 143 000 | 41 000 | 15 000 | 56 000 |

1) Karte des Verkehrs auf deutschen Wasserstrafsen im Jahre 1885 von Sympher, 1 : 1250000. Verlag, Lithographie und Druck des Berliner Lithographischen Instituts.
2) Der Verkehr auf den auch von Seeschiffen befahrenen Flufsmündungen ist nicht mitgerechnet.
3) Schätzungsweise.
4) Vor der Canalisirung des Mains.

**Tabelle II.**
**1875.**

Güterverkehr auf deutschen Binnenwasserstrafsen, ausschl. der auch von Seeschiffen befahrenen Flufsmündungen.

| Lfde Nr. | Bezeichnung der Wasserstrafsen | Länge der Wasser-strafsen | Güter | | Geleistete Netto-Tonnenkilometer | Kilo-metrischer Verkehr (Umlauf) | Mittlere Transport-entfernung | Verhältnifs-zahlen des kilo-metrischen Verkehrs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | an-gekommen[1]) | ab-gegangen[1]) | | | | |
| | **A. Wasserstrafsen, auf denen eine Zählung des Verkehrs stattfindet. Hauptzusammenstellung.** | | | | | | | |
| | | km | t | t | | t | km | |
| I. | Memelgebiet . . . . . . . . | 310 | 450 000 | 140 000 | 96 000 000 | 211 000 | — | — |
| II. | Pregelgebiet . . . . . . . . | 270 | 120 000 | 20 000 | 15 000 000 | 56 000 | — | — |
| III. | Passarge- und Elbingstromgebiet . | 70 | 150 000 | 150 000 | 10 000 000 | 70 000 | — | — |
| IV. | Weichselgebiet . . . . . . . | 320 | 490 000 | 240 000 | 170 000 000 | 531 000 | — | — |
| V. | Odergebiet . . . . . . . . | 1300 | 440 000 | 410 000 | 329 000 000 | 253 000 | — | — |
| VI. | Ostsee, westlich der Oder . . . | 250 | 40 000 | 30 000 | 4 000 000 | 16 000 | — | — |
| VII. | Nordsee, nördlich der Elbe . . . | 100 | 40 000 | 30 000 | 5 000 000 | 50 000 | — | — |
| VIII. | Elbegebiet, einschl. märkische Wasserstrafsen . . . . . . . | 1940 | 4 570 000 | 2 800 000 | 789 000 000 | 407 000 | — | — |
| IX. | Wesergebiet . . . . . . . . | 710 | 220 000 | 220 000 | 35 000 000 | 49 000 | — | — |
| X. | Jadegebiet . . . . . . . . . . | — | — | — | — | — | — | — |
| XI. | Emsgebiet . . . . . . . . . | 270 | 30 000 | 30 000 | 3 000 000 | 11 000 | — | — |
| XII. | Rheingebiet, einschl. Main-Donau-Canal . . . . . . . . . | 2420 | 340 000 | 460 000 | 1 247 000 000 | 515 000 | — | — |
| XIII. | Bodensee . . . . . . . . . | — | 160 000 | 220 000 | 7 000 000 | — | — | — |
| XIV. | Donaugebiet . . . . . . . . | 1020 | 330 000 | 330 000 | 44 000 000 | 43 000 | — | — |
| | zusammen und im Durchschnitt rd. | 9000 | 10 400 000[2]) | 9 200 000[2]) | **2 754 000 000** | 306 000 | 280 | — |
| | **B. Die sieben Hauptströme ohne deren sonstiges Gebiet.** | | | | | | | |
| 1 | Memel, von der russischen Grenze bis Memel . . . . . . . . | 185 | — | — | 82 000 000 | 450 000 | — | 8 |
| 2 | Weichsel, von der russischen Grenze bis Danzig . . . . . . . | 247 | — | — | 157 000 000 | 640 000 | — | 11 |
| 3 | Oder, von Kosel bis Stettin . . . | 656 | — | — | 154 000 000 | 240 000 | — | 4 |
| 4 | Elbe, von der österreichischen Grenze bis Hamburg . . . . . . | 615 | — | — | 435 000 000 | **720 000** | — | 12 |
| 5 | Weser, von Münden bis Bremen . | 366 | — | — | 29 000 000 | 80 000 | — | 1 |
| 6 | Rhein, von Kehl bis zur holländischen Grenze . . . . . . | 566 | — | — | 882 000 000 | **1 560 000** | — | 26 |
| 7 | Donau, von Ulm bis zur österreichischen Grenze . . . . . . | 384 | — | — | 24 000 000 | 60 000 | — | 1 |
| | zusammen und im Durchschnitt rd. | 3000 | — | — | 1 763 000 000 | 590 000 | — | — |
| | **C. Sämtliche deutsche Wasserstrafsen einschl. derjenigen, auf denen eine Zählung nicht stattfindet, letztere schätzungsweise.** | | | | | | | |
| | Wasserstrafsen, Güterverkehr rund | 10 000 | 11 000 000 | 9 800 000 | **2 900 000 000** | **290 000** | 280 | 10 |
| | **D. Sämtliche deutsche Eisenbahnen für Güterverkehr im Betriebsjahre 1875.** | | | | | | | |
| | Eisenbahnen, Güterverkehr rund | 26 500 | 83 500 000[1]) | 83 500 000[1]) | **10 900 000 000** | **410 000** | 125 | 14 |

E. Antheil der Wasserstrafsen am Güterverkehr Deutschlands 21 pCt.

F. Antheil der Eisenbahnen am Güterverkehr Deutschlands 79 pCt.

Fast drei Viertel des Verkehrs, nämlich 3 535 000 000 tkm, entfielen auf die rund 3000 km langen, sieben grofsen Ströme: Memel, Weichsel, Oder, Elbe, Weser, Rhein, Donau. Den gröfsten Verkehr weist der auf 566 km Länge schiffbare Rhein auf, nämlich 1 587 000 000 tkm oder mehr als ein Drittel der gesamten Güterbewegung, während die Elbe mit 1 298 000 000 tkm mehr als ein weiteres Viertel für sich in Anspruch nimmt. Auf Rhein und Elbe zusammen entfallen fast zwei Drittel des gesamten Wasserstrafsenverkehrs Deutschlands. Es giebt Tausende von Kilometern deutscher Wasserstrafsen, auf denen ein stärkerer kilometrischer Verkehr als 1 000 000 t vorhanden ist, und der Rhein, dessen Verkehrsstärke sich stellenweise auf mehr als 4 500 000 t steigert, besitzt einen durchschnittlichen Umlauf von 2 800 000 t auf fast 600 km Länge.

Sehr beachtenswerth sind auch die Angaben über den Hafenverkehr einzelner Orte. Den ersten Platz als Binnenschiffahrtsplatz nimmt Ruhrort mit den nahen Orten Duisburg und Hochfeld, sämtlich am Rhein gelegen, ein, indem dort 1 100 000 t ankamen und 3 700 000 t (meist Kohlen) abgingen, wodurch sich der gesamte Wasserverkehr auf 4 800 000 t stellte. Berlin folgt mit 3 800 000 t, darunter 3 500 000 t Ankunft (meist Bau- und Brennmaterial) und 300 000 t Abgang. Der dritte Platz gebührt Hamburg — auch bei Aufserachtlassung des Unterelbeverkehrs — mit 2 600 000 t, von denen je die Hälfte auf Ankunft und Abgang entfällt. Hamburg ist demnach entgegen den anderen Binnenhäfen mit grofsem Verkehr in der aufserordentlich günstigen Lage, den Flufsschiffen gleich grofse Hin- und Rückfrachten bieten zu können. Einen Ortsverkehr von mehr als 1 000 000 t jährlich weisen noch Magdeburg, Mannheim und Stettin auf, wenngleich über letzteren Ort genaue Angaben nicht zu erhalten sind.

1) Ueber die Berechnung vergl. die Erläuterungen unter 7.
2) Darunter 3 800 000 t Einfuhr und 2 600 000 t Ausfuhr über die Grenzen des Verkehrsgebietes.

**Tabelle III.**
**1885.**

Güterverkehr auf deutschen Binnenwasserstrafsen, ausschl. der auch von Seeschiffen befahrenen Flufsmündungen.

| Lfde Nr. | Bezeichnung der Wasserstrafsen | Länge der Wasserstrafsen | Güter angekommen [1]) | Güter abgegangen [1]) | Geleistete Netto-Tonnenkilometer | Kilometrischer Verkehr (Umlauf) | Mittlere Transportentfernung | Verhältnifszahlen des kilometrischen Verkehrs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **A. Wasserstrafsen, auf denen eine Zählung des Verkehrs stattfindet. Hauptzusammenstellung.** | | | | | | | |
| | | km | t | t | | t | km | |
| I. | Memelgebiet | 310 | 500 000 | 90 000 | 124 000 000 | 400 000 | — | — |
| II. | Pregelgebiet | 340 | 390 000 | 60 000 | 35 000 000 | 103 000 | — | — |
| III. | Passarge- und Elbingstromgebiet | 104 | 50 000 | 50 000 | 3 000 000 | 30 000 | — | — |
| IV. | Weichselgebiet | 320 | 550 000 | 430 000 | 148 000 000 | 462 000 | — | — |
| V. | Odergebiet | 1400 | 440 000 | 1 450 000 | 558 000 000 | 399 000 | — | — |
| VI. | Ostsee, westlich der Oder | 250 | 90 000 | 30 000 | 8 000 000 | 32 000 | — | — |
| VII. | Nordsee, nördlich der Elbe | 100 | 20 000 | — | 6 000 000 | 60 000 | — | — |
| VIII. | Elbegebiet, einschl. märkische Wasserstrafsen | 1940 | 6 060 000 | 3 170 000 | 1 784 000 000 | 920 000 | — | — |
| IX. | Wesergebiet | 710 | 170 000 | 170 000 | 42 000 000 | 59 000 | — | — |
| X. | Jadegebiet | — | — | — | — | — | — | — |
| XI. | Emsgebiet | 280 | 50 000 | 50 000 | 4 000 000 | 14 000 | — | — |
| XII. | Rheingebiet, einschl. Main-Donau-Canal | 2370 | 5 400 000 | 6 690 000 | 1 884 000 000 | 795 000 | — | — |
| XIII. | Bodensee | — | 60 000 | 190 000 | 5 000 000 | — | — | — |
| XIV. | Donaugebiet | 870 | 260 000 | 180 000 | 32 000 000 | 37 000 | — | — |
| | zusammen und im Durchschnitt rd. | 9000 | 14 000 000 [2]) | 12 600 000 [2]) | **4 633 000 000** | 515 000 | 350 | — |
| | **B. Die sieben Hauptströme ohne deren sonstiges Gebiet.** | | | | | | | |
| 1 | Memel, von der russischen Grenze bis Memel | 185 | — | — | 101 000 000 | 550 000 | — | 11 |
| 2 | Weichsel, von der russischen Grenze bis Danzig | 247 | — | — | 123 000 000 | 550 000 | — | 10 |
| 3 | Oder, von Kosel bis Stettin | 656 | — | — | 366 000 000 | 550 000 | — | 11 |
| 4 | Elbe, von der österreichischen Grenze bis Hamburg | 615 | — | — | 1 298 000 000 | **2 100 000** | — | 42 |
| 5 | Weser, von Münden bis Bremen | 366 | — | — | 40 000 000 | 100 000 | — | 2 |
| 6 | Rhein, von Kehl bis zur holländi- Grenze | 566 | — | — | 1 587 000 000 | **2 800 000** | — | 56 |
| 7 | Donau, von Ulm bis zur österreichischen Grenze | 384 | — | — | 20 000 000 | 50 000 | — | 1 |
| | zusammen und im Durchschnitt rd. | 3000 | — | — | 3 535 000 000 | 1 200 000 | — | — |
| | **C. Sämtliche deutsche Wasserstrafsen einschl. derjenigen, auf denen eine Zählung nicht stattfindet, letztere schätzungsweise.** | | | | | | | |
| | Wasserstrafsen, Güterverkehr rund | 10 000 | 14 500 000 | 13 100 000 | **4 800 000 000** | **480 000** | 350 | 16 |
| | **D. Sämtliche deutsche Eisenbahnen für Güterverkehr im Betriebsjahre 1. April 1885/86.** | | | | | | | |
| | Eisenbahnen, Güterverkehr rund | 37 000 | 100 000 000 [1]) | 100 000 000 [1]) | **16 600 000 000** | **450 000** | 166 | 15 |

E. Antheil der Wasserstrafsen am Güterverkehr Deutschlands 23 pCt.

F. Antheil der Eisenbahnen am Güterverkehr Deutschlands 77 pCt.

**Tabelle IV.**

Vergleichende Zusammenstellungen.

| Jahr | Länge der Verkehrswege | Zunahme in pCt. | Angekommen | Abgegangen | Netto-Tonnenkilometer | Zunahme in pCt. | Kilometrischer Verkehr | Zunahme in pCt. | Mittlere Transportentfernung | Zunahme in pCt. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **I. Güterverkehr auf sämtlichen deutschen Binnenwasserstrafsen, ausschl. der auch von Seeschiffen befahrenen Flufsmündungen.** | | | | | | | | | | |
| | km | | t | t | | | t | | km | |
| 1875 | 10 000 | — | 11 000 000 | 9 800 000 | 2 900 000 000 | — | 290 000 | — | 280 | — |
| 1885 | 10 000 | — | 14 500 000 | 13 100 000 | 4 800 000 000 | 66 | 480 000 | 66 | 350 | 25 |
| **II. Güterverkehr auf den sieben Hauptströmen.** | | | | | | | | | | |
| 1875 | 3 000 | — | — | — | 1 763 000 000 | — | 590 000 | — | — | — |
| 1885 | 3 000 | — | — | — | 3 535 000 000 | 101 | 1 200 000 | 101 | — | — |
| **III. Güterverkehr auf sämtlichen deutschen Eisenbahnen.** | | | | | | | | | | |
| 1875 | 26 500 | — | 83 500 000 | 83 500 000 | 10 900 000 000 | — | 410 000 | — | 125 | — |
| 1885 | 37 000 | 40 | 100 000 000 | 100 000 000 | 16 600 000 000 | 52 | 450 000 | 10 | 166 | 33 |

IV. Antheil am Güterverkehr Deutschlands.

1875: 10 000 km Wasserstrafsen, 21 pCt; 26 500 km Eisenbahnen, 79 pCt.

1885: 10 000 km Wasserstrafsen, 23 pCt; 37 000 km Eisenbahnen, 77 pCt.

1) Ueber die Berechnung bezw. über die Abweichung von der „Statistik der im Betriebe befindlichen Eisenbahnen Deutschlands" vergl. die Erläuterungen unter 7.

2) Darunter 5 400 000 t Einfuhr und 4 000 000 t Ausfuhr über die Grenzen des Verkehrsgebietes.

### Vergleich zwischen den Jahren 1875 und 1885.

Ein Vergleich der für das Jahr 1885 ermittelten und soeben besprochenen Zahlen mit denjenigen für 1875 zeigt die aufserordentliche Entwicklung, in welcher sich die deutsche Binnenschiffahrt befindet. Während mangels gröfserer Neubauten die Länge der schiffbaren Wasserläufe sich fast gleich geblieben ist (10 000 km), wuchs die Tonnenkilometerzahl von 2 900 000 000 auf 4 900 000 000, d. h. um 66 pCt. oder rund zwei Drittel. Den gröfsten, ja fast den alleinigen Antheil hieran hatten die grofsen Ströme, namentlich die Elbe, ferner der Rhein und die Oder. Der Verkehr der sieben grofsen Ströme stieg von rund 1 750 000 000 tkm auf mehr als 3 500 000 000 tkm, also um mehr als das Doppelte. Entsprechend dieser Steigerung wuchs der kilometrische Umlauf im Durchschnitt sämtlicher Wasserstrafsen von 290 000 t auf 480 000 t und auf den grofsen Strömen von 590 000 t auf 1 200 000 t. Der Verkehr auf der Elbe hat sich in zehn Jahren verdreifacht, von 435 000 000 tkm auf rund 1 300 000 000 tkm, derjenige auf der Oder sich weit mehr als verdoppelt, von 154 000 000 tkm auf 366 000 000 tkm, und derjenige vom Rhein sich ebenfalls fast verdoppelt, von 882 000 000 tkm auf rund 1 600 000 000 tkm. Einige wenig günstig gelegene oder sonst beeinflufste, insbesondere aber kleine Wasserstrafsen sind im Verkehr stehen geblieben oder gar zurückgegangen. Der Umstand, dafs gerade die grofsen, leistungsfähigen, in ihrer Schiffbarkeit ganz besonders verbesserten Ströme, namentlich Oder, Elbe und Rhein, eine überraschende Verkehrszunahme aufweisen, ist für die Gestaltung neuer künstlicher Wasserstrafsen von so wesentlicher Bedeutung, dafs hierauf im Verlauf der vorliegenden Betrachtung noch näher eingegangen werden wird.

Der Ortsverkehr hat sich den obigen Zahlen entsprechend ebenfalls wesentlich gehoben. Während das Jahr 1885 sechs Städte mit einem 1 000 000 t überschreitenden Hafenverkehr aufweist, sind deren 1875 nur zwei vorhanden: in erster Reihe Berlin mit rund 3 200 000 t und dann Ruhrort, einschl. Duisburg und Hochfeld, mit rund 2 900 000 t. Berlin behauptete also 1875 noch den ersten Platz, den es 1885 an Ruhrort abgeben mufste; doch steht zu erwarten, dafs Berlin nach Eröffnung der neuen durchgehenden Elbe-Spree-Oderverbindung wieder seiner Bedeutung entsprechend der erste Binnenhafen Deutschlands werden wird.

### Vergleich des Wasserverkehrs mit dem der Eisenbahnen.

Grofse Beachtung verdient ein Vergleich der Güterbewegung, welche von den beiden hauptsächlichsten Verkehrsmitteln, den Eisenbahnen und den Wasserstrafsen, jährlich geleistet wird.

Im Jahre 1875 wurde auf 26 500 km Eisenbahnen 10 900 000 000 tkm Güterverkehr bewegt, auf den 10 000 km Wasserwegen 2 900 000 000 tkm. Danach entfielen von dem Gesamtverkehr

21 pCt. oder etwa ein Fünftel auf die Wasserstrafsen,
79 pCt. oder etwa vier Fünftel auf die Eisenbahnen.

Der kilometrische Verkehr, der zutreffendste Mafsstab für die Beurtheilung des Werthes eines Transportweges, stellte sich auf
den Wasserstrafsen zu 290 000 t,
den Eisenbahnen zu 410 000 t.

Der durchschnittliche Umlauf auf den Wasserstrafsen war demnach ebenfalls ein erheblicher, aber doch geringer als bei den Eisenbahnen, und zwar nach dem ungefähren Verhältnifs 10 : 14.

Im Jahre 1885 dagegen wurden auf den um 40 pCt., d. h. auf 37 000 km vermehrten Eisenbahnen 16 600 000 000 tkm geleistet, auf den unverändert 10 000 km langen Wasserstrafsen 4 800 000 000 tkm. Danach entfallen von dem Gesamtverkehr

23 pCt. oder etwa ein Viertel auf die Wasserstrafsen,
77 pCt. oder etwa drei Viertel auf die Eisenbahnen.

Der kilometrische Verkehr stellte sich auf
den Wasserstrafsen zu 480 000 t,
den Eisenbahnen zu 450 000 t.

Aus dem Vergleich der Jahre 1875 und 1885 ist ersichtlich, dafs trotz der starken Vermehrung der Eisenbahnen der Antheil der Wasserwege an der Güterbewegung Deutschlands im Steigen begriffen ist. Derselbe ist von 21 auf 23 pCt. gestiegen, und während die Verkehrszunahme auf den Eisenbahnen 52 pCt. betrug, erreichte diejenige auf den Flüssen und Canälen 66 pCt. Am ausgesprochensten zeigt sich das Anwachsen des Wassertransports aus der Steigerung des kilometrischen Verkehrs, welcher im Jahre 1885 denjenigen der Eisenbahnen um 30 000 t übertraf.

Einen Transportweg, welcher sowohl im Durchschnitt, wie an einzelnen Stellen (z. B. am Rhein und an der Elbe) die kilometrische Verkehrsleistung der allgemein als höchst leistungsfähig anerkannten Eisenbahnen noch übertrifft, wird nicht mehr als ein nebensächliches Glied in den Verkehrseinrichtungen Deutschlands betrachtet werden können.

### Vergleich des deutschen Binnenschiffahrtsverkehrs mit demjenigen Frankreichs.

Frankreich ist nicht nur in den Augen der Fachmänner und Sachverständigen, sondern auch nach der Ansicht weiterer Kreise das Land der Wasserstrafsen und des Wasserverkehrs „par excellence“. Und in der That in mehr als einer Beziehung trifft dies zu. Frankreich hat das aufserordentliche Verdienst, sich trotz ungünstiger geologischer und hydrologischer Verhältnisse ein künstliches Wasserstrafsennetz geschaffen zu haben, welches die Bewunderung Aller herausfordert. Diesem Umstande ist es wohl insbesondere zuzuschreiben, wenn im allgemeinen auch der volkswirthschaftliche Werth und die Verkehrsleistung der französischen Wasserstrafsen als unübertroffen angesehen werden. Dem ist jedoch keineswegs so. Abgesehen davon, dafs in Deutschland die Dampfkraft auf Flufsschiffen eine weit ausgedehntere Verwendung gefunden hat und vermöge der guten Eigenschaften seiner grofsen Ströme finden konnte, und abgesehen davon, dafs hierdurch eine ganz aufserordentliche, in Frankreich nicht annähernd erreichte Ermäfsigung der Transportkosten erzielt wurde, ist auch die auf den deutschen Wasserstrafsen bewegte Verkehrsmenge eine wesentlich höhere als in Frankreich. Während im Jahre 1875 in Frankreich[1]) auf rund 12 000 km Wasserstrafsen rund 1 960 000 000 tkm oder 163 000 tkm auf jedes Kilometer geleistet wurden, betrug der deutsche Verkehr auf 10 000 km rund 2 900 000 000 tkm oder 290 000 tkm auf jedes Kilometer. Im Jahre 1885 änderte

1) Die folgenden, die französischen Wasserstrafsen betreffenden Angaben verdankt der Verfasser der Freundlichkeit des Herrn J. Hirsch, ingénieur-en-chef des ponts et chaussées in Paris.

sich das Verhältnifs noch mehr zu gunsten Deutschlands, indem hier auf 10 000 km 4 800 000 000 tkm, d. h. 480 000 tkm auf jedes Kilometer und in Frankreich auf rund 12 400 km, rund 2 450 000 000 tkm oder rund 200 000 tkm auf jedes Kilometer kamen. Wenngleich demnach der Wasserstrafsenverkehr Frankreichs ein ganz bedeutender und stark in der Zunahme begriffen ist, so wird er von Deutschland doch erheblich und zwar im Jahre 1885 um fast genau das Doppelte übertroffen. Was daher die Gröfse des Verkehrs und in vielleicht noch höherem Mafse den volkswirthschaftlichen Werth der Wasserstrafsen betrifft, so steht Deutschland wohl obenan in der Reihe der europäischen Staaten, Rufsland vielleicht ausgenommen, dessen ausgedehnte statistische Arbeiten leider zu wenig bekannt werden.

### Vergleich der Verkehrszunahme mit den für die Wasserstrafsen aufgewendeten Kosten.

Für die Beurtheilung der Frage, ob mit dem begonnenen Ausbau und der Vervollständigung der Wasserstrafsen fortzufahren sei, hat es Werth, die Gröfse des Verkehrs und namentlich auch der Verkehrszunahme in Verbindung zu setzen mit den Kosten, welche für die Unterhaltung und Verbesserung der Wasserstrafsen aufgewendet werden. Eine werthvolle Quelle zur Ermittlung der Bau- und Unterhaltungskosten, wenigstens der sechs grofsen preufsischen Ströme, bietet die im Auftrage des Herrn Ministers im Jahre 1888 bearbeitete und gelegentlich des III. Internationalen Binnenschiffahrts-Congresses in Frankfurt a/M. vertheilte Denkschrift über die Ströme Memel, Weichsel, Oder, Elbe, Weser und Rhein.

In der folgenden Rechnung müssen die Unterhaltungskosten, vermehrt um die Zinsen für früher aufgewendete Neubaugelder, mit dem Verkehr in Vergleich gestellt werden, welcher auch ohne die vorgenommenen Neubauten vorhanden gewesen sein würde, während die infolge der Verbesserungen hervorgerufene Verkehrssteigerung mit den Kosten für die zur Hebung des Verkehrs ausgeführten Neubauten in Beziehung zu bringen ist. Wird nur ein verhältnifsmäfsig kurzer Zeitraum betrachtet, so können aus den so anzustellenden Vergleichen zwar allerhand Trugschlüsse, namentlich im einzelnen, gezogen werden, doch dürfte in dem vorliegenden Falle wohl so viel ersichtlich zu machen sein, dafs die auf die Verbesserung der Wasserstrafsen in Deutschland und insbesondere in Preufsen von 1876 bis 1885 verwendeten erheblichen Mittel gut angelegt worden sind und erhebliche Früchte getragen haben.

Die oben angegebene Denkschrift bietet die in einigen Punkten schätzungsweise ergänzten Zahlen der folgenden Zusammenstellung:

Bau- und Unterhaltungskosten der sechs grofsen preufsischen Ströme.

| Lfde Nr. | Name des Flusses | Aeltere Kosten | | | Kosten von 1876 bis 1885 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Zeit | Neubau | Unterhaltung | Neubau | Unterhaltung | Zusammen |
| 1 | Memel | 1853 bis 75 | 4 | | 4 | 1 | 5 |
| 2 | Weichsel | 1832 bis 75 | 19 | 5 | 10 | 6 (schätzungsweise) | 16 |
| 3 | Oder | 1816 bis 75 | 24 | | 11 | 5 | 16 |
| 4 | Elbe, einschl. schätzungsweise der von Sachsen und Anhalt aufgewendeten Kosten | 1859 bis 75 | 20 | | 14 | 9 | 23 |
| 5 | Weser | 1840 bis 75 | 3 (schätzungsweise) | | 3 | 2 | 5 |
| 6 | Rhein (Kosten sämtlicher Uferstaaten von Basel bis zur niederländischen Grenze) | 1831 bis 75 | 108 | | 27 | 13 | 40 |
| | zusammen | | 183 davon schätzungsweise 120 | 63 | 69 | 36 | 105 |

Für die genannten sechs Ströme sind demnach nachweisbar verwendet an Neubaukosten bis einschl. 1885 189 Millionen, davon 69 Millionen in den zehn Jahren 1876 bis 1885 und an Unterhaltungskosten während der letzten zehn Jahre durchschnittlich jährlich 3,6 Millionen Mark.

Es bedarf nun noch der Bestimmung, welcher Theil der von 1875 bis 1885 stattgehabten Verkehrsvermehrung der allgemeinen Hebung von Handel und Wandel und welcher den Regulirungsarbeiten an den Strömen zuzuschreiben ist. Ein Anhalt hierfür ist schwer zu finden. Er bietet sich nur annäherungsweise bei den Eisenbahnen. Der kilometrische Verkehr derselben ist von 1875 bis 1885 von 410000 t auf 450000 t, also um 10 pCt. gestiegen. Diese 10 pCt. stellen den durch die allgemeine Belebung des Verkehrs hervorgerufenen Zuwachs dar. Nun ist allerdings zu bedenken, dafs die von 1876 bis 1885 erbauten Eisenbahnen nicht jenen starken Umlauf haben, wie die alten Stammbahnen, sodafs diese allein eine stärkere Zunahme aufweisen werden, deren Höhe aber mittels der veröffentlichten Statistiken nicht festzustellen ist. Da indes der Gesamtverkehr auf den um 40 pCt. gegen 1875 vermehrten Eisenbahnen nur im ganzen um 52 pCt. angewachsen ist und dieser Zuwachs zum grofsen oder gröfsten Theile jenen neu hinzugetretenen Bahnlinien, nicht aber lediglich dem allgemeinen Aufschwunge zuzuschreiben ist, so wird es wohl ungefähr zutreffen, wenn man dem letzteren 30 pCt. des 1875 vorhandenen Verkehrs als ohnehin eingetretenen Verkehrszuwachs zuschreibt. Vermehrt man dieses Verhältnifs für die Ströme sogar auf 40 pCt., so beträgt der ohnehin eingetretene Zuwachs

$$\frac{40 \cdot 1\,750\,000\,000}{100} = 700\,000\,000 \text{ tkm},$$

während die durch die Regulirungen hervorgerufene Verkehrsvermehrung 1 800 000 000 — 700 000 000 = 1 100 000 000 tkm beträgt.

Hiernach hat auf den sechs grofsen preufsischen Strömen der Verkehr von 1885, welcher ohne Vornahme der Regulirungsarbeiten stattgehabt haben würde, betragen

$$1\,700\,000\,000 + 700\,000\,000 = 2\,400\,000\,000 \text{ tkm.}$$

Diese Transportleistung ist mit der Verzinsung der vor 1876 aufgewendeten Neubaukosten und den jährlichen Unterhaltungskosten, also zusammen $\frac{5^{1)} \cdot 120}{100} + 3{,}6 = 9{,}6$ Millionen Mark in Beziehung zu setzen.

Danach hat 1 km jenes Theils des Wasserstrafsenverkehrs dem Staat $\frac{960\,000\,000}{2\,400\,000\,000} = 0{,}40$ Pf. gekostet.

Der durch die Fahrwasserverbesserung hervorgerufene Verkehrszuwachs von 1 100 000 000 tkm hat nun seinerseits die Verzinsung der in den zehn Jahren 1876 bis 1885 allmählich aufgewendeten Verbesserungskosten zu tragen oder

$$\frac{5 \cdot 69}{100} = 3{,}5 \text{ Millionen Mark.}$$

Das Tonnenkilometer Verkehrszuwachs dieser Art hat dem Staate mithin $\frac{350\,000\,000}{1\,100\,000\,000} = 0{,}32$ Pf. gekostet.

Durchschnittlich kostete das Tonnenkilometer des 1885 auf den sechs grofsen preufsischen Strömen bewegten Verkehrs dem Staate an Verzinsung und Unterhaltung

$$\frac{\frac{5 \cdot (120 + 69)}{100} + 3{,}6}{35} = 0{,}37 \text{ Pf.}$$

Von grofsem Werth ist es nun, zu ermitteln, wie grofs jener Ausgabe gegenüber der volkswirthschaftliche Gewinn ist, welcher aus der Benutzung der Wasserstrafsen gezogen wird, und wie hoch sich demnach die ideelle Verzinsung der von 1876 bis 1885 aufgewendeten Neubaukosten beläuft. Es kann wohl als zutreffend und nicht zu günstig für den Wasserverkehr angesehen werden, wenn man die durchschnittlichen Frachtsätze auf den grofsen Strömen zu 0,9 Pf./tkm und auf den preufsischen Staatsbahnen — eigentlich sollte es hier heifsen: Betriebskosten + 5 pCt. Zinsen des Anlagecapitals — für die meist in Betracht kommenden gröberen Güter zu 2,7 Pf./tkm annimmt.[2]) Demnach bietet jedes auf dem Wasser bewegte Tonnenkilometer — gleiche Wegelänge auf Eisenbahn und Strom vorausgesetzt — eine Ersparnifs von 1,8 Pf. oder mit Berücksichtigung der auf Wasserstrafsen meist gröfseren Wegelänge von 1,6 Pf. Der durch Verbesserungen hervorgerufene Zuwachsverkehr stellte gegenüber dem Eisenbahntransport daher 1885 eine Ersparnifs dar von $\frac{1{,}6 \cdot 1\,100\,000\,000}{100} = 17{,}6$ Millionen Mark. Diese ergeben eine Verzinsung des in Neubauten von 1876 bis 1885 angelegten Capitals von mehr als

**25 pCt.**[1])

Nimmt man ferner an, dafs im Gesamtdurchschnitt des deutschen Wasserstrafsenverkehrs nur 1,4 Pf./tkm gegenüber der etwaigen Benutzung der Eisenbahnen gespart werden, sowie, dafs die auf den sechs grofsen preufsischen Strömen für jedes Tonnenkilometer erwachsenen staatlichen Kosten von 0,37 Pf. für alle Wasserstrafsen gültig seien, so ergiebt jedes der 4 800 000 000 tkm eine Ersparnifs von 1,03 Pf.

Die deutschen Wasserstrafsen bringen also lediglich nach dem Stande von 1885 als Verkehrsweg volkswirthschaftlich einen Nutzen von jährlich

$$\frac{1{,}03 \cdot 4\,800\,000\,000}{100} = 49{,}4 \text{ Millionen Mark,}$$

stellen also, mit dem 20fachen capitalisirt, einen mit 5 pCt. sich verzinsenden Werth dar von rund

**1 000 000 000 ℳ.**

Wenn auch die obigen Rechnungen nicht überall auf statistisch genauen Angaben beruhen, wenn hier und da Ergänzungen und Schätzungen vorgenommen werden mufsten, so dürften die Ansätze doch mit aller Vorsicht gemacht und der Versuch nicht ganz mifslungen sein, den Werth unserer Wasserstrafsen zahlenmäfsig anzugeben.

### Schlufsbetrachtungen.

Die in den vorigen Abschnitten angestellten Betrachtungen und Berechnungen gestatten mehrfache Schlüsse bezüglich des Ausbaues der deutschen Wasserstrafsen.

Zunächst zeigt der Umstand, dafs die grofsen leistungsfähigen Wasserstrafsen einen erheblichen Verkehrszuwachs aufzuweisen haben, dafs in Deutschland nur ein Bedürfnifs nach solchen neuen Wasserwegen vorhanden ist, welche grofsen Schiffen von wenigstens solcher Tragfähigkeit, wie sie auf Elbe und Oder fahren, den Verkehr gestatten. Wenn trotzdem die Güterbewegung auf Memel und Weichsel nur wenig gestiegen, oder gar zurückgegangen ist, so hat das wohl seinen hauptsächlichsten Grund darin, dafs diese Flüsse nur zum kleinsten Theil in Preufsen liegen, dafs der Verkehr mit Rufsland vielfachen Schwierigkeiten begegnet und dafs die Verbesserungen des unteren Flufslaufes nur wenig nützen, wenn nicht auch die oberen, im Auslande gelegenen Stromstrecken in ähnlicher Weise regulirt werden. Hierbei zeigt sich die ohnehin selbstverständliche Thatsache, dafs selbst der beste Verkehrsweg da nutzlos sein kann, wo dessen Lage weder einen bedeutenden Handel vorfindet, noch eine Entwicklung desselben zu erwarten ist, oder wo sonstige besondere Umstände mit unüberwindlichem Zwange eine sonst wohl mögliche Verkehrsentfaltung hindern.

---

1) Der Zinsfufs ist zu 5 pCt. angenommen, um eine Vergleichung mit der Rentabilität der preufsischen Eisenbahnen zu gestatten, welche im Betriebsjahre 1885 bis 1886 ihr Anlagecapital mit etwa 4,9 pCt. oder rund 5 pCt. verzinsten.

2) Vergl. hierüber die Ermittlungen des Verfassers in „Transportkosten auf Eisenbahnen und Canälen", Berlin, Ernst & Korn 1885, und in dem auf dem II. Internationalen Binnenschiffahrts-Congresse in Wien erstatteten Referate: „Ueber die wirthschaftliche Bedeutung der Wasserstrafsen, Wien 1886, Organisations-Commission des Congresses", sowie ferner „Statistik der im Betriebe befindlichen deutschen Eisenbahnen", Band VI. Betriebsjahr VI. Hiernach haben die durchschnittlichen Frachtsätze auf den preufsischen Eisenbahnen in der niedrigsten Klasse des normalen Tarifs (Specialtarif III) 3,16 Pf./tkm und bei den ermäfsigten Ausnahmetarifen 2,84 Pf./tkm betragen.

1) Es ist von berufener Seite eingewendet worden, dafs bei dem Nichtvorhandensein der Wasserstrafsen oder ohne die Verbesserung derselben ein Theil der nur geringe Transportkosten vertragenden Rohstoffe alsdann überhaupt nicht befördert worden wäre, also auch von einer Transportkosten*ersparnifs* in diesem Falle nicht gesprochen werden könnte. Dem gegenüber ist aber zu bemerken, dafs die Hervorrufung *neuen* Verkehrs oft noch gröfseren wirthschaftlichen Werth hat, als die blofse Ersparnifs an Transportkosten und dafs deshalb die letztere mangels anderer Nachweise als der mindestens durch eine Verkehrsverbesserung hervorgerufene Nutzen in Rechnung gezogen werden kann. Noch günstiger gestaltet sich die Betrachtung, wenn die durch die Stromverbesserungen vereinfachte *Verminderung der Wasserfrachtsätze* berücksichtigt wird, was aber mangels genügender Unterlagen für 1875 bis 1885 einstweilen nicht möglich war.

Grofse leistungsfähige Wasserstrafsen am geeigneten Orte, als Verbindung zwischen den grofsen Erzeugungs- und Verbrauchsstätten und im Anschlufs an unsere vorzüglichen grofsen Ströme, das ist es, was in Deutschland erforderlich ist. Wasserwege geringeren Grades können wohl örtliche Bedürfnisse befriedigen, haben aber bei dem Umstande, dafs die preufsischen und meisten deutschen Eisenbahnen Staatseigenthum sind und daher ebensowohl nach gesamtwirthschaftlichen wie nach rein finanziellen Gesichtspunkten verwaltet werden und daher dem Verkehrsbedürfnifs ohnehin sehr entgegenkommen können, eine allgemeinere Bedeutung nicht. Die Verhältnisse Deutschlands unterscheiden sich hierbei wesentlich von denen Frankreichs, Englands und anderer Länder, sodafs eine unmittelbare Uebertragung des für ersteres Gültigen auf andere Staaten nicht ohne weiteres zulässig ist.

Ferner zeigen die obigen Ermittlungen, welch aufserordentlichen Werth die an den Strömen vorgenommenen Verbesserungen gehabt und wie zinstragend sich die dafür verwendeten Kosten erwiesen haben. Das Fahrwasser der Elbe und das der Oder hat verhältnifsmäfsig am meisten durch die vorgenommenen Regulirungsarbeiten gewonnen, und gerade hier zeigt sich auch die stärkste Verkehrszunahme. Dafs ein ohnehin schon bedeutender, seit Jahrhunderten bestehender Verkehr sich in zehn Jahren fast verdreifacht, ist eine wohl kaum je dagewesene Thatsache. Mit verhältnifsmäfsig nur geringen Mitteln ist dies erreicht, und wie viele Millionen könnte man zu einem weiteren Ausbau noch ferner verwenden, ohne dafs man Gefahr liefe, mehr zu thun, als was durch die sich sogleich zeigenden Erfolge reichlich verzinst würde!

Insbesondere die Elbe verdiente es wohl, zu einer Wasserstrafse gemacht zu werden, die dem Rhein an technischer Leistungsfähigkeit nicht allzusehr nachstände. Allein durch die Verminderung der Elbfrachtsätze auf die des Rheins, was bei dem vorhandenen Ausgleich der Hin- und Rückfracht nicht allzuschwer erreichbar sein dürfte, können jährlich 2 bis 3 Millionen Mark an Transportkosten gespart werden, welche einen ferneren Aufwand für Neubauten bis zu 50 Millionen Mark rechtfertigen würden, selbst wenn man von einer Verkehrszunahme ganz absehen wollte. Dies sind nur Andeutungen, welche aber, genauer durchgeführt, wohl ein Bild von demjenigen Betrage geben würden, welcher volkswirthschaftlich noch auf den Ausbau der Ströme verwendet werden könnte, wenngleich anderseits nicht erwartet werden darf, dafs ein Staat für Anlagen, welche einen unmittelbaren Ertrag nicht geben, so grofse Opfer bringt, wie es nach ideeller Zinsberechnung gemeinwirthschaftlich zulässig sein würde.

Endlich ist aus der zeichnerischen Darstellung der Karten ersichtlich, in welcher Weise eine Vervollkommnung unseres Wasserstrafsennetzes besonders erwünscht ist. Die grofse Verbindung vom Westen nach dem Osten ist es vor Allem, deren Fehlen sofort in die Augen fällt. Wenn einmal ausgeführt, würde sie imstande sein, zu zeigen, was eine grofse künstliche Wasserstrafse vermag, und dadurch Veranlassung werden zur Herstellung eines wirklichen, einheitlichen Wasserstrafsennetzes, das ganz Deutschland zu einem einzigen Verkehrsgebiete verbände. Erst wenn die meisten bedeutenderen Handels- und Industrieplätze unmittelbar zu erreichen sind, erst wenn die noch jetzt häufig erforderlichen Umschlagskosten zwischen Eisenbahn und Schiff den Gewinn aus der Benutzung der Wasserstrafsen nicht mehr schmälern, werden die aufserordentlichen Vortheile des Schiffsverkehrs ganz zur Geltung gelangen.

Noch vor wenigen Jahren schienen solche Hoffnungen in Deutschland aussichtslos, aber jemehr die Aufmerksamkeit von Regierung und Volk den Wasserstrafsen sich wieder zuwendet, jemehr alte Wege verbessert und neue geschaffen werden, jemehr die überraschendsten Erfolge wie an Oder, Elbe, Rhein und neuerdings bei Frankfurt a/M. die kaum geschaffenen Anlagen begleiten, jemehr der wirthschaftliche Werth der Wasserstrafsen klar gelegt und erkannt wird, um so zuversichtlicher bricht sich die Ueberzeugung Bahn, dafs nach dem Ausbau der Eisenbahnen ein solcher der Wasserstrafsen folgen und das in hydrologischer Beziehung so überaus günstig gestaltete Deutschland zu neuem wirthschaftlichem Aufschwunge führen wird.

## Anhang.

### Erläuterungen zu den Karten und Berechnungen über den Güterverkehr auf deutschen Wasserstrafsen in den Jahren 1875 und 1885.

#### 1. Art und Zweck der Karten.

Mit den Karten des Verkehrs auf deutschen Wasserstrafsen ist der von dem Verfasser bereits früher gemachte Versuch fortgesetzt, den Güterverkehr auf deutschen Wasserstrafsen, einschliefslich des Flofsverkehrs, zeichnerisch zur Darstellung und damit dessen Gröfse und örtliche Vertheilung zu lebendiger Anschauung zu bringen. Dies ist dadurch bewirkt, dafs

1. der kilometrische Verkehr der Wasserstrafsen durch verhältnifsmäfsige Breitenbänder,[1]) nach Berg- und Thalverkehr getrennt und 2. der Verkehr einer gröfseren Anzahl von Hafenplätzen, nach Ankunft und Abgang getrennt, durch gleichfalls verhältnifsmäfsige Kreisflächen verzeichnet sind.

#### 2. Grundlagen der Bearbeitung.

Die hauptsächlichste Grundlage für die Bearbeitung der Verkehrskarten bot die von dem Kaiserlichen Statistischen Amt herausgegebene Statistik des deutschen Reiches, „Der Verkehr auf den deutschen Wasserstrafsen“ i. d. Jahren 1875 u. 1885.

Des weiteren standen zur Verfügung die „Jahresberichte der Central-Commission für die Rheinschiffahrt“ und die Berichte der an der Binnenschiffahrt betheiligten Handelskammern.

#### 3. Verwerthung und Ergänzung der vorhandenen statistischen Grundlagen.

Die Reichsstatistik bietet in ihren Aufzeichnungen ein für manche Zwecke vorzügliches und reichhaltiges Material, welches indes nicht ohne weiteres, selbst mit Zuhülfenahme der anderen angeführten Quellen, ausreicht, ein volles Bild der wirklich auf den Wasserstrafsen geleisteten Güterbeförderungen zu geben. Es läfst sich nicht unmittelbar und unbedingt genau für jede Strecke eines Flusses der kilometrische Verkehr oder der Umlauf und damit auch nicht die Gesamtgüterbewegung in Tonnenkilometern bestimmen.

Mit Hülfe von Zwischenrechnungen ist es aber möglich, sich trotzdem ein ziemlich genaues Bild der Gesamtverkehrsleistungen zu machen. Man überzeugt sich dabei nämlich, dafs es zwar nicht möglich ist, die Zahl der zur Verfrachtung gelangenden Tonnen, d. h. den Ankunfts- und Abgangsverkehr

1) In den Originalkarten ist zur besseren Unterscheidung verschiedenartiger Druck verwendet.

oder den Ortsverkehr anders als schätzungsweise zu ergänzen, dafs aber der durch unvollständige Aufzeichnung des Ortsverkehrs verursachte Ausfall nicht unbedingt einen Ausfall in der Zahl der rechnungmäfsig zu ermittelnden Tonnenkilometer-Anzahl zur Folge hat. Es ist vielmehr möglich gewesen, durch einfache Controle an dem stellenweis verzeichneten Durchgangsverkehr festzustellen, dafs der wirklich vorhanden gewesene Güterverkehr von dem in Zeichnung und Zusammenstellung zur Anschauung gebrachten voraussichtlich nicht um mehr als höchstens 10 pCt. nach oben oder unten abweichen kann, ja, dafs diese Grenzen aller Wahrscheinlichkeit nach viel enger gezogen sind.

Da eine Anzahl von Verkehren kürzerer Fahrt sich trotz aller Vorsorge auch in bezug ihrer Tonnenkilometer der Rechnung entzieht, so ist ferner anzunehmen, dafs die ermittelte Leistung eher etwas hinter der wirklichen zurückbleibt als dieselbe übertrifft.

In den Zusammenstellungen A der Tabellen II und III, welche den auf den einzelnen Stromgebieten sowie im ganzen stattgehabten Verkehr umfassen, ist entsprechend den oben erläuterten Verhältnissen zu der Anzahl der statistisch nachgewiesenen angekommenen und abgegangenen Tonnen ein Zuschlag gemacht, der je nach den besonderen örtlichen Verhältnissen und nach der Reichhaltigkeit der vorhandenen Zählstellen bis zu 10 pCt. des wirklich verzeichneten Betrages ausmacht. Der rechnungsmäfsig ermittelten Tonnenkilometerzahl ist indes nichts hinzugefügt.

Da auf einer grofsen Anzahl, jedoch meist kürzerer und unbedeutenderer, Wasserstrafsen eine Verkehrszählung überhaupt nicht stattfindet, ist in den Zusammenstellungen noch unter C der Gesamtverkehr mit Einschlufs dessen auf den von der Zählung nicht erfafsten Wasserstrafsen schätzungsweise bestimmt, die unter A berechnete Tonnenkilometerzahl dabei aber nur um etwa 5 bezw. $3^1/_2$ pCt., also mäfsig, erhöht.

### 4. Umfang des Verkehrsgebietes.

Das zur Darstellung gebrachte Verkehrsgebiet umfafst das ganze deutsche Reich. Aufser Acht gelassen ist indes derjenige Binnenschiffahrtsverkehr, welcher sich auf den Mündungen der grofsen in das Meer strömenden Flüsse innerhalb derjenigen Strecke abgewickelt hat, welche auch von Seeschiffen befahren wird. So ist u. a. der Verkehr auf der Ems unterhalb Papenburg, auf der Weser unterhalb Bremen, auf der Elbe unterhalb Hamburg, auf der Oder unterhalb Stettin aufser Darstellung und ebenso aufser Berechnung geblieben. Die Gründe hierfür an dieser Stelle anzugeben, kann unterbleiben, doch sei soviel bemerkt, dafs die Zahl der damit vernachlässigten Tonnenkilometer eine nicht unbeträchtliche ist.

### 5. Eintheilung des gesamten Verkehrsgebietes.

Entsprechend den in der Statistik des deutschen Reiches abgegrenzten Stromgebieten ist auch in den Zusammenstellungen A das gesamte deutsche Reich in XIV Verkehrsgebiete getheilt, von denen jedoch die Jade, als ganz im Seeverkehrsbezirk gelegen, ausfällt.

Aufserdem ist noch der Verkehr auf den sieben grofsen deutschen Strömen Memel, Weichsel, Oder, Elbe, Weser, Rhein und Donau getrennt von demjenigen der zugehörigen Gebiete in besonderen Zusammenstellungen B vorgeführt.

### 6. Zusammenstellung des Güterverkehrs auf Wasserstrafsen und Eisenbahnen.

Die Tabelle I behandelt den Ortsverkehr der bedeutenderen Hafenplätze in den Jahren 1875 und 1885. In den Tabellen II und III geben die Zusammenstellungen A, B und C ein Bild von dem Umfange des Güterverkehrs auf den deutschen Wasserstrafsen, wie er sich nach der oben erwähnten Verarbeitung des statistischen Materials ergiebt. Dem unter C angegebenen Gesamtgüterverkehr der Wasserstrafsen folgt unter D die Verzeichnung des Gesamtgüterverkehrs auf sämtlichen deutschen Eisenbahnen nach Angabe der deutschen Eisenbahnstatistik für das Betriebsjahr 1875 bezw. der im Reichseisenbahnamt bearbeiteten „Statistik der im Betrieb befindlichen Eisenbahnen Deutschlands“ für das Betriebsjahr 1. April 1885/86.

Unter E und F ist der verhältnifsmäfsige Antheil jedes der Verkehrsmittel an der ganzen, von Eisenbahnen und Wasserstrafsen in Deutschland geleisteten Güterbewegung zum Ausdruck gebracht.

Zu den Angaben über angekommene und abgegangene Güter ist zu erwähnen, dafs das Mehr in den angekommenen Gütern (11 000 000 bezw. 14 500 000 t) gegenüber den abgegangenen Gütern (9 800 000 bezw. 13 100 000 t) daher rührt, dafs über die Grenzen des betrachteten Verkehrsgebietes, d. h. über die binnenländischen Reichsgrenzen und über die am Beginn der Seeschiffahrt gelegenen Flufsmündungen mehr Waren ein- als ausgegangen sind. Insbesondere ist dies an der Reichsgrenze bei den Flüssen Memel, Weichsel und Elbe der Fall.

Zu bemerken ist noch, dafs in der Zusammenstellung D für 1885 die Zahl der beförderten Tonnen mit rd. 100 000 000 erheblich kleiner angesetzt ist als in der Statistik angegeben (157 000 000 t), dafs indes dagegen die durchschnittliche Transportlänge jeder Tonne entsprechend (von 105 auf 166 km) vergröfsert ist. Diese Veränderung war erforderlich, weil nach Art der von der Reichseisenbahnstatistik gemachten Aufzeichnungen die von einem Bahngebiet auf das andere übergehenden Güter in jedem der Bezirke als „beförderte Tonnen“ verrechnet werden. In der Gesamtsumme der Tonnen erscheint daher dasselbe Gut, sobald es über den inneren Verkehr einer Bahnverwaltung hinausgeht, doppelt oder gar mehrfach. Die Zahl der „Tonnen“ mufs daher verringert, die der „durchschnittlichen Transportlänge“ im umgekehrten Verhältnifs vergröfsert werden. Die getroffene Aenderung dürfte den thatsächlichen Verhältnissen ungefähr entsprechen. Die Anzahl der Tonnenkilometer, des eigentlichen Leistungsmafses, wird durch das Obige nicht berührt. Für das Jahr 1875 war die Zahl der beförderten Tonnen aus der deutschen Eisenbahnstatistik genau zu entnehmen.

In der Tabelle IV endlich sind Vergleiche gezogen zwischen den Ergebnissen der Jahre 1875 und 1885, sowie die wirklichen und verhältnifsmäfsigen Steigerungen auf den beiden betrachteten Verkehrswegen nachgewiesen. Sympher.

# Priestmannscher Krahnbagger auf einem Stahlschiff mit Seitenschwimmern.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 15 im Atlas.)



Der Priestmannsche Krahnbagger und die demselben verwandten Vorrichtungen sind den meisten Wasserbautechnikern wohl bekannt, ebenso sind die Vorzüge dieser Bagger so unbestritten, dafs nur zu wünschen ist, es möchte jede gröfsere Wasserbauinspection wenigstens mit einem solchen Bagger ausgerüstet sein. Es soll daher nicht Zweck dieser kurzen Mittheilung sein, die Vorzüge eines solchen Baggers aufzuzählen, bekannte Einrichtungen zu wiederholen, sondern auf eine Eigenthümlichkeit der Schiffsausrüstung, wie sie sich für die Lahn als nothwendig erwies, zu Nutz und Frommen bei ähnlichen Verhältnissen hinzuweisen.

Da ausschliefslich ein auf einem Schiffe aufgestellter Krahnbagger für Lahnzwecke in Frage stand, die Firma Bünger u. Leyrer in Düsseldorf aber nur den Krahnbagger als solchen vertreibt und liefert, so mufste eine geeignete Schiffsform zur Aufnahme des Baggers zur Ausführung gebracht werden. Die Breite des Schiffes war bedingt durch die Lichtweite der Lahnschleusen = 5,34 m; die Tauchtiefe durfte, um die Benutzung des Baggers bei den Niedrigwasserständen nicht zu beeinträchtigen, nicht über 0,55 m betragen. Es konnte daher nur eine Schiffsbreite ohne Berghölzer von 4,95 m und, um das Biegungsmoment in der Mitte nicht zu ungünstig zu gestalten, eine Länge des Schiffes von 21,50 m gewählt werden, wobei grofse Seitenschwankungen desselben bei Bewegung des Auslegers und Greifers vorauszusehen waren. Um diese Seitenschwankungen des Fahrzeuges nach Möglichkeit aufzuheben, wurde daher eine Vorrichtung zum Gewichtsausgleich erforderlich, die sich leicht entfernen und wieder befestigen lassen mufste und beim Durchfahren der Schleusen nachgeschleppt werden konnte.

Es wurden hierfür zwei Schwimmer, 7,5 m lange Stahltrommeln von 0,65 m Durchmesser und 5 mm Blechstärke, gewählt, welche an dem stromab befindlichen Ende mit buckelförmigem Boden, am anderen Ende mit kegelförmiger Spitze abgeschlossen sind. Jeder dieser Schwimmer ist mit einem Mannlochverschlufs zum Befahren, einem Ventil mit Stopfbüchsendichtung zum Füllen mit Wasser, und einer Verschraubung zum Einsetzen der Pumpe behufs Entleerung versehen. Eine Eisenbahnschiene an der tiefsten Stelle wirkt auf möglichst stetiges Schwimmen hin, ein vorderer und ein hinterer Mehrring dienen zur Führung im losgekoppelten Zustand. Drei Traghebel mit je einem Stehblech, das am unteren Ende mit Winkeleisen eingefafst ist, bewegen sich in den auf dem Verdeck angebrachten Gelenken und lassen sich mit Flügelschrauben fest auf den Schwimmer herunterdrücken, auf welchem kurze aufgenietete Winkeleisenstücke dem Gleiten zu Thal Widerstand leisten. Die weitere Verbindung von Traghebel und Schwimmer erfolgt durch kurze Kettenstücke, welche sich an dem durch Schraubenspindel beweglichen Haken leicht einhaken, anziehen oder lösen lassen. Zwei Spannketten sorgen dafür, die durch Strömung u. dergl. erzeugten Kräfte in der Längsrichtung aufzunehmen.

Beim Einbringen der Schwimmer hat man nur nöthig, dieselben langseit des Schiffes zu holen, die Hebel umzulegen und die Druckflügelschrauben soweit anzuziehen, bis die Hebel fest aufruhen, sodann die kurzen Ketten an den Haken der Schraubenspindeln zu befestigen und letztere sowie zuletzt noch die Spannketten anzuziehen. Das Ablegen geschieht in umgekehrter Reihenfolge. Man hat es in der Hand, das Einbringen wie Ablegen der Schwimmer durch Einlassen von Wasser in dieselben durch das Füllventil und spätere Entleerung durch die Pumpe zu erleichtern.

Beide Schwimmer mit Hebel usw. haben zusammen ein Gewicht von 2318 kg. Die Einrichtung hat sich im Laufe dieses Jahres besonders auch in den Lahnstrecken mit heftiger Strömung sehr bewährt; die seitliche Mehreintauchung über die Gleichgewichtslage hinaus beträgt nur bis zu 20 cm, wenn der Greifer, vollständig gefüllt, seitwärts gehoben wird.

Zum Schlufs sei noch erwähnt, dafs die Kosten

| | |
|---|---|
| der Krahnbaggermaschine mit Kessel . . . | 17 000 ℳ, |
| des flufsstählernen Baggerschiffes . . . . | 9 000 ℳ, |
| der beiden Schwimmer . . . . . . . | 1 275 ℳ, |
| der Ausrüstungsgegenstände für Maschine und Schiff . . . . . . . . . . . | 2 725 ℳ, |
| zusammen demnach | 30 000 ℳ |

betragen haben.

Die Leistung des Baggers im schweren festgelagerten Geschiebe der Flufssohle betrug 115 cbm in zehnstündiger Schicht. Schiff und Schwimmer sind von der Maschinenfabrik Schaubach u. Graemer in Lützel-Coblenz erbaut.

Diez, im September 1890.

H. Wolffram.

---

# Die Umbildungen und die Tragfähigkeit des Planums von Eisenbahn-Dämmen bei Verwendung verschiedener Oberbau-Systeme.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 16 bis 18 im Atlas.)



Im Anschlufs an die Untersuchungen über die Umbildung des Planums in Eisenbahn-Einschnitten, über welche im Jahrgange 1889 der Zeitschrift f. Bauw. S. 555 u. ff. Mittheilungen gemacht wurden, sind auch Ermittlungen und Versuche über die Umgestaltung des Planums von Eisenbahn-Dämmen vorgenommen worden. Wenn die hierbei gewonnenen Ergebnisse in Bezug auf die Umbildungen unter dem Geleise selbst wenig Neues bieten, so sind dieselben doch vielleicht geeignet, über die Entstehungen der Dammrutschungen, welche in den ersten Jahren des Betriebes, manchmal auch erst später, einzutreten pflegen, einige Erklärungen und Aufschlüsse zu geben, sowie anderseits für die Beurtheilung der Tragfähigkeit des Planums bei Anwendung verschiedener Oberbau-Systeme Anhaltspunkte zu gewähren und Folgerungen für die Bauausführung zuzulassen.

Wie das Planum eines Einschnittes bei hierfür geeignetem Boden, trotz der ursprünglich gewachsenen Masse, durch Wasser aufgeweicht infolge der Belastung des Geleises wesentliche Form-

veränderungen erleidet, so vollzieht sich bei dem Planum eines Auftrages, das, aus gleichem Material geschüttet, mehr oder weniger durchweicht ist, eine Umgestaltung in um so höherem Maſse, als der Querschnitt des Dammes mit den beiderseits vom Planum abfallenden Böschungen an sich nicht die Tragfähigkeit bieten kann, wie ein Einschnitt, dessen seitliche Böschungskörper sich gegen die Unterfläche des Planums stemmen und für dieselben in gewissem Sinne Widerlager bilden.

Die Umbildungen entstehen wiederum hauptsächlich im Thonboden oder solchem Material, das die Eigenschaft besitzt, das Wasser schwammartig festzuhalten und von demselben aufgeweicht zu werden. Diese Vorgänge erfordern natürlich wieder lange Zeit; auch hängt die Umbildung hauptsächlich davon ab, ob die Schüttung bei andauernd nassem Wetter erfolgte, ob bei der Herstellung des Dammes etwa Schnee und Eismassen mit in den Bahnkörper gelangten, oder ob der Bau unter günstigen Verhältnissen bei gutem trocknen Wetter fertig gestellt wurde. In den ersteren Fällen wird die Oberfläche des Planums meistentheils sofort nach der Inbetriebnahme des Geleises wesentlich verändert werden, während sonst erhebliche Veränderungen entweder überhaupt nicht oder doch erst nach langen Jahren vor sich gehen.

In Abb. 1 bis 4 (Bl. 16) sind einige im diesseitigen Bezirk aufgenommene Querschnitte mitgetheilt, welche Umbildungen des Planums darstellen, die eine längere Reihe von Jahren beanspruchten. Abb. 1 giebt den Querschnitt eines kleinen Dammes zwischen Gassen und Benau, der im Jahre 1873 aus Thonboden geschüttet worden ist und anfänglich in beiden Geleisen hölzerne Querschwellen erhalten hatte. Im Jahre 1886 wurde das rechte Geleis mit Langschwellen (System Haarmann) versehen. Das Planum des Holzschwellengeleises zeigt nur eine unbedeutende Formveränderung in einer geringen Senkung an der äuſseren Seite, wohingegen unter dem Langschwellengeleise sich bereits eine so erhebliche Umgestaltung vollzogen hat, daſs unter jeder Schwelle eine Mulde von etwa 30 cm Tiefe gebildet ist. Auch mitten im Planum zwischen beiden Geleisen ist der Thon etwas in die Höhe gequollen. Wie nach den früheren Mittheilungen über Einschnitte das Planum nach den Seitengräben sich hinausdrückte, so ist hier die Planumskante und mit ihr der obere Theil des Böschungskörpers nach auſsen gedrängt. Diese Erscheinung tritt beim Langschwellenbau in höherem Grade auf, als beim Oberbau mit Querschwellen.

Der Querschnitt Abb. 2 unterscheidet sich dadurch von dem vorigen, daſs die Umbildung des Planums etwas weiter vorgeschritten ist; dies erklärt sich dadurch, daſs das Langschwellengeleis zwei Jahre eher verlegt wurde. Der Höhenunterschied zwischen Aufquellung und Mulde unter der äuſseren Schwelle beträgt bereits 0,40 m. In beiden Fällen ist die Planumskante um 15 bezw. 20 cm weiter nach auſsen gedrängt, als beim Querschwellenbau.

In Abb. 3 besteht nur der Bahnkörper des linken Geleises aus Thon, der des rechtsseitigen ist aus Sand geschüttet. Infolgedessen hat letzterer sich auch nicht verändert, wohingegen unter dem linken Geleise eine nicht unbedeutende Muldenbildung entstanden ist. Das linke Geleis hat bis 1878 Holzschwellen gehabt, erst dann sind Langschwellen (Hilf) eingebaut. Nach Angabe des Vorarbeiters waren hier bereits Thonausgrabungen im Geleise vorgenommen, sodaſs dadurch der Mangel der Thonrippe in der Mitte erklärlich wird. Die Planumskante und der obere Theil der Böschung haben sich nicht unwesentlich nach auſsen gedrückt.

Abb. 4 zeigt einen Schnitt durch das zweigeleisige Planum der Strecke Sommerfeld-Gassen. Der Damm ist aus dem Boden des Einschnittes geschüttet, dessen Planums-Umbildungen in der früheren Mittheilung beschrieben wurden. Der Bahnkörper stammt aus dem Jahre 1845; das rechtsseitige Planum wurde im Jahre 1846, das linksseitige im Jahre 1857, beide mit hölzernen Querschwellen erbaut, bezw. in Betrieb genommen. Im Jahre 1877 wurde ersteres und im Jahre 1881 letzteres mit eisernen Langschwellen (Hilf) umgebaut. Die rechte Seite des Bahnkörpers ist durch eine 1876/77 ausgeführte Anschüttung beeinfluſst. Die Mulden unter den Langschwellen sind in beiden Fällen deutlich ausgebildet und zwar wiederum unter der äuſseren Schiene mehr als unter der inneren. Die Verdrückung der Planumskante und des Böschungskörpers auf der linken Seite ist so bedeutend, daſs der obere Theil der Böschung etwa wie 0,5 : 1 geneigt ist. Die Ausbuchtung des Planums auf der rechten Seite rührt offenbar aus einer Zeit her, in welcher noch Querschwellenbau lag und die rechtsseitige Anschüttung noch nicht bewirkt war.

Aus diesen Beispielen dürfte hervorgehen, daſs schädliche Umbildungen des Planums auch bei Aufträgen vorkommen, und daſs durch dieselben die Entwässerung der Oberfläche bedeutend erschwert wird. Dadurch können aber unter Umständen bei Dämmen viel nachtheiligere Folgen entstehen, als bei Einschnitten, da jede Wasseransammlung nothwendig eine Aufweichung der unter derselben befindlichen Massen bewirken muſs und durch diese Aufweichung die Tragfähigkeit des Bodens wesentlich verringert wird. Die natürliche Folge ist alsdann, daſs durch jede spätere Belastung des Geleises die Mulde vertieft und der Damm mehr auseinander gedrückt wird. Ist nun der Damm unter ungünstigen Verhältnissen geschüttet und folgen mehrere nasse Jahre aufeinander, so ist es wohl möglich, daſs sich infolge der vermehrten Wasseransammlungen Rutschflächen bilden und Dammrutschungen entstehen.

Die im Folgenden mitgetheilten Versuche werden hierüber noch einige Erläuterungen geben.

### a) Versuche bei Annahme eines eingeleisigen Planums mit Querschwellen.

Die Versuche wurden in dem im Jahrgange 1889 beschriebenen eisernen Kasten und genau in der dort geschilderten Weise ausgeführt. Als Maſsstab wurde wieder 1 : 40 gewählt, sodaſs also die Querschwellen eine Breite von 260/40 = 6,5 mm und eine Länge von 2500/40 = 62,5 mm hatten. Die Entfernung der Schwellen war entsprechend dem Normal-Oberbau der preuſsischen Staatsbahnen bei zehn Schwellen auf die Schienenlänge von 9 m gewählt. Die vorn an der Glasplatte im Versuchskasten liegende Schwelle hatte jedoch nur die halbe Breite erhalten, da dies durch die Wahl des Querschnittes bedingt war und anderenfalls Ungleichheiten im Längenschnitt hätten entstehen können. Die Druckvertheilung, die Einsenkung der Bettung und die Bewegung im Bahnkörper konnte ebenso, wie früher, durch die Glasplatte deutlich erkannt und verfolgt werden. Bei der Breite des Kastens konnten auſser der halben Schwelle noch drei ganze Schwellen verlegt werden, die an Stelle der Schienen durch kleine Eisenstäbe überdeckt und so der Wirklichkeit entsprechend in Zusammenhang gebracht wur-

den. Ebenso wurde wieder eine Platte über das Geleis gelegt, auf diese die Stahlschneiden gesetzt und dann die Belastung des Geleises durch Hebel und Laufgewichte in früherer Weise bewirkt. Die Breite des Bahnkörpers war in Höhe von Schienen-Unterkante zu 4 m angenommen, als Bettungs- und Stopfmaterial wieder Sand und später scharfer feiner Kies gewählt.

Abb. 5 bis 16 geben die einzelnen Zustände des Dammes im Querschnitt in $^2/_5$ der Versuchsgröfse an. Beim Beginn war die Tragfähigkeit des Planums bei 20 cm Bettungshöhe (mafsstäblich gesprochen) = 1,8 kg auf 1 qcm der Schwellenfläche. Nach mehreren Belastungen bezw. Einsenkungen der Schwelle hatte sich die Oberfläche des Planums nach Abb. 5 (punktirt) umgestaltet; der Kies hatte unter der Schwelle eine Höhe von 0,28 m erreicht und die Tragfähigkeit war bis auf 2,95 kg gestiegen. Der untere (ausgezogene) Umrifs zeigt schon 0,40 m Kieshöhe bei 3,36 kg Tragfähigkeit. Gleichzeitig mit der Vergröfserung der Einsenkung ist auch eine Verbreiterung des Planums eingetreten. Wie früher bei den Versuchen mit Einschnitten das Planum nach den Gräben zu sich verbreiterte, so tritt hier eine ähnliche Erscheinung auf, indem die Planumskanten und mit ihnen die Böschungsflächen hinaustreten. Die Erbreiterung beträgt beim Querschnitt Abb. 5 bereits 0,40 m. In gleicher Höhe war auch zwischen den Schwellen wieder Thon emporgestiegen, wie im Längenschnitt Abb. 6 zu erkennen ist. Die Schnitte Abb. 7, 8, 9 und 10 zeigen die weitere Entwicklung des Versuches. Mit der Kieshöhe nimmt die Tragfähigkeit zu, das Planum verbreitert sich und die Aufquellungen zwischen den Schwellen werden geringer. Dieselben zeigen beim Schnitt Abb. 10 nur noch Spuren und hören später, nachdem die Höhe des Kiesbettes gröfser als das Zwischenmafs zwischen den Schwellen geworden ist, ganz auf. Bei Abb. 11 sind auf der rechten Seite auch zuerst Spuren von Rutschflächen wahrzunehmen, worauf auch die unregelmäfsig werdende Form der äufseren Böschungslinie zurückzuführen ist. Bei Abb. 13 wird auf der linken Seite ebenfalls eine Abrutschung sichtbar, die soweit vorgeschritten ist, dafs der gelockerte Theil bereits über die untere Böschung hinaustritt. Die Rutschfläche war bis tief in den Damm hinein zu erkennen, wo sie sich in der angedeuteten Weise verzweigte. Auf der rechten Seite war die Ausbuchtung gleichfalls gröfser geworden, doch waren drei Rutschflächen wahrzunehmen. Die Höhe der Kieslage war bis dahin auf 0,93 m gestiegen, das Planum bis auf 5,48 m verbreitert und die Tragfähigkeit bis auf 5,3 kg gesteigert.

Abb. 15 zeigt eine weitere Entwicklung der beiderseitigen Ausbauchungen, bei Erhöhung des Kiesbettes und entsprechender Zunahme der Tragfähigkeit. Die Sohle der Mulde war, wie später nach der bei Beendigung des Versuches vorgenommenen Ausgrabung sich ergab, ohne jede rippenartigen Zwischensätze vollständig gerade (Abb. 16), sodafs also die Druckvertheilung in dieser Tiefe vollständig gleichmäfsig gewesen sein mufste.

### b) Die Ursachen der Dammrutschungen.

Wie schon Abb. 15 erkennen läfst, mufsten bei Fortsetzung des Versuches die bereits gelockerten Seitenstücke des Dammkörpers mehr und mehr nach aufsen gehen. Auch zeigten sich, wie bei den vorhergehenden Querschnitten, Spaltbildungen zwischen Kies und Thon auf der Oberfläche der Bettung, wie man solche in der Wirklichkeit häufig entlang den Schwellenköpfen wahrnimmt. Um nun den Einflufs zu erkennen, den ein anhaltender Regen auf einen solchen Bahnkörper ausübt, wurde das Geleis stark mit Wasser übergossen und dann eine mehrtägige Pause gemacht, damit das Wasser Gelegenheit habe, seine Wirkung auszuüben. Als dann wieder begonnen wurde, trat die Einsenkung der Schwellen bereits ein bei einer Belastung von 3,3 kg auf 1 qcm, während die Tragfähigkeit zuvor, ehe der Wasserzusatz erfolgte, 6,44 kg betragen hatte. So grofs war also der Einflufs der Feuchtigkeit in den $2^1/_2$ Tagen gewesen.

Ich hatte gehofft, es würde eine vollständige Abrutschung und Loslösung der Theile über den Rutschflächen erfolgen, jedoch schien hierzu die Durchfeuchtung noch nicht hinreichend zu sein; auch mochte bei der geringen Tiefe des Versuchskastens (10 cm) die Haftkraft zwischen dem Thon und der Glasplatte bezw. der eisernen Hinterwand zu grofs gewesen sein, als dafs das Gewicht der Erdkeile genügt hätte, um die vollständige Abrutschung herbeizuführen. Schliefslich blieb auch zu berücksichtigen, dafs die Erschütterungen, welche in Wirklichkeit das Abrutschen wesentlich befördern, bei den Versuchen nicht nachgeahmt wurden. Nach dem Querschnitt Abb. 15 würde die Trennung aber zweifellos da erfolgen müssen, wo der Zusammenhang im Thon am schmalsten ist, mithin bei *d*. Die Rutschfläche hätte sich in der angedeuteten Weise fortsetzen und etwa bis zu den Schwellenköpfen oder einem Punkte innerhalb des Geleises reichen müssen.

Es möge gestattet sein, zum Vergleiche mit diesem Ergebnifs einige Zeichnungen aus dem Werke des Herrn Geheimen Regierungsrath von Kaven: „Die Rutschungen und Beschädigungen der Böschungen der Erdbauten usw." (Wiesbaden, Verlag von J. F. Bergmann. 1883) hier wiederzugeben, und zwar wähle ich dazu die Abb. 60, 61 Blatt 5 und Abb. 176 Blatt 14. Dieselben sind in Abb. 17 bis 19 wiederholt. Die Rutschflächen beginnen daselbst in der Nähe der äufseren Schiene und führen dann anfänglich senkrecht, nach und nach sich verflachend in Gestalt einer Parabel dem Fufse des Dammes zu. Wenn auch in Abb. 15 des Versuches die Rutschflächen nicht am Fufse des Dammes auslaufen, so wird man doch eine wesentliche Uebereinstimmung nicht verkennen und zugeben, dafs Abrutschungen, wie sie der Versuchskasten zeigt, auch in der Wirklichkeit vorkommen können.

Auf Seite 7 des angeführten Werkes sind als Ursachen der „Deformation" angegeben:

1. dafs, nach Collin, zuerst durch die Wirkung der Schwere (zu steile Böschungen, Belastung durch Ablagerungen zu nahe am Rande der Einschnitte, Erschütterungen) die Cohäsion und Reibung des Bodens veringert werde und dafs nachher das Himmelwasser (Regen, Schneeschmelzen) oder auch innere Filterwasser in die gelockerten und gespaltenen, im unsicheren Gleichgewicht sich befindenden Erdmassen eindringend, die Deformation herbeiführt, oder

2. dafs, nach Chaperon, nachdem vorher durch die Wirkung des Wassers ein Aufweichen oder eine Veränderung des Bodens stattgefunden habe, derselbe darauf der Wirkung der Schwere nachgiebt.

Hinzugefügt wird, dafs nicht immer mit Sicherheit zu ermitteln sei, welcher der beiden Fälle vorliegt.

Es ist hierbei eine Mitwirkung des Geleises und seiner Belastung nicht erwähnt, auch sonst dessen Einflufs nirgends hervorgehoben. Und doch dürfte wohl schon vielfach beobachtet

sein, dafs bei Dämmen, die aus nassem Thon oder ähnlichem Material erbaut sind, der Einflufs der Geleisebelastung, welche bei schweren Maschinen 8 bis 10 t auf das lfde m Geleis betragen kann, recht deutlich zu Tage tritt, und dafs Einsenkungen des Geleises meistens die Vorboten gröfserer Rutschungen sind. Wenn auch bei jungen Dämmen, die bei nasser Witterung aus Thon geschüttet sind, sich diese Erscheinungen meist schon in der ersten Zeit des Betriebes zeigen, so können doch solche schädliche Umbildungen auch erst im Laufe vieler Jahre eintreten und dann bei besonders ungünstigen Witterungsverhältnissen den Dammbruch herbeiführen.

So dürfte z. B. als nicht ausgeschlossen zu betrachten sein, dafs der Bruch des 40 Jahre alten Dammes bei Rohnheide im Aachener Walde am 21. December 1880, der s. Z. so viel Aufsehen in technischen Kreisen erregte, auf derartige Vorgänge zurückzuführen ist. Herr Geheimer Regierungsrath von Kaven schreibt in der Mittheilung über diesen Vorgang in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins Jahrgang 1882 Seite 145, dafs dieser Damm seit längeren Jahren für nicht unverdächtig gehalten wurde, weil die thalseitige Böschung sich auszubauchen schien und weil zur Behauptung der richtigen Lage des Gestänges bezw. zum Wiederaufstopfen wegen Sackung des Planums erhebliche Mengen Kies verwendet werden mufsten. Das Material des Dammes wird als feiner Sand mit thonigem Bindemittel (Kreidesand) beschrieben, der 30 bis 40 pCt. Wasser aufzunehmen vermag und in den eine aufgelegte Last leicht einsinkt.

Diese letztere Eigenschaft macht ihn aber für Umbildungen des Planums, wie sie der vorher beschriebene Versuch zeigt, besonders geeignet, auch dürften die sonst beschriebenen Nebenumstände sehr viel Aehnlichkeit mit dem haben, was bei dem Versuch im kleinen beobachtet wurde. Der Längenschnitt der Dammverlegung des Aachener Dammes (ein Schnitt durch den alten Damm ist leider nicht mitgetheilt) ist in Abb. 20 wiedergegeben und zeigt, dafs der Damm ursprünglich wagerecht gewesen ist. Wenn aber die Oberfläche des Planums unter dem Geleise sich nach und nach senkt und Mulden bildet, so wird die Sohle derselben (es war eine zweigeleisige Strecke mit Querschwellenbau) über kurz oder lang die schraffirt dargestellte Lage zeigen. Da die Kanten des Planums, wie auch der Versuch zeigt, hoch stehen bleiben, so wird unter jedem Geleise eine grofse, über den ganzen Damm reichende Mulde gebildet, die hauptsächlich in dem mittleren, am tiefsten gelegenen Theil das von beiden Enden ihr zufliefsende Niederschlagswasser aufnimmt und festhält, da die Verdunstung einen erheblichen Einflufs nicht ausüben kann. Die Jahre 1879 und 1880 zeichneten sich durch sehr erhebliche Niederschläge aus; es waren mithin alle Vorbedingungen vorhanden, welche die kofferartigen Umbildungen des Planums voraussetzen. Deshalb dürfte es sehr wahrscheinlich sein, dafs die Aufweichung und der Zusammensturz dieses, sowie mancher anderen Dämme hauptsächlich auf die Umbildung des Planums unter den Geleisen zurückzuführen ist.

Im Anschlufs hieran gestatte ich mir noch ein Beispiel aus meiner eigenen Erfahrung anzuführen.

Am 19. Mai 1879 stürzte ein Theil des 18 m hohen Dammes der vorm. Berlin-Görlitzer Eisenbahn kurz vor Bahnhof Zittau zusammen. Der Damm war aus einem Gemenge von blauem und weifsem Thon in den Jahren 1874 bis 1876 geschüttet. Im Winter 1876 wurde die Strecke in Betrieb genommen. Das Geleis mufste zwar anfänglich vielfach nachgehoben werden, auch wurde der Damm hier und da etwas hinausgedrückt, doch waren erhebliche Abrutschungen nicht vorgekommen. Die Risse, welche entlang den Schwellenköpfen sich vielfach zeigten, wurden auf Frostwirkungen im Winter und auf Spaltungen infolge des Austrocknens im Sommer zurückgeführt und denselben um so weniger Beachtung geschenkt, als die Planumskanten fest und trocken waren, auch weder an der Böschung, noch am Fufse derselben Feuchtigkeit zu Tage trat. Der Zusammenbruch erfolgte abends 10 Uhr, als ein von Zittau kommender, noch sehr langsam fahrender Personenzug über den Damm fuhr. Der Bahnwärter will 10 Minuten vorher noch die Strecke entlang gegangen sein, ohne dabei irgend etwas Verdächtiges zu bemerken. Die Abrutschung erfolgte, wie Abb. 21 angiebt, in der Mitte des Geleises und hatte etwa den daselbst angegebenen Querschnitt. Die Rutschfläche selbst ist nicht weiter ermittelt worden, doch nahm ich s. Z. an, dafs dieselbe bis zum Fufs des Dammes geführt, also den bei *a* angedeuteten Verlauf gehabt hätte. Nach den Ergebnissen der Versuche halte ich es jedoch jetzt für wahrscheinlicher, dafs dieselbe höher lag und etwa die Gestalt der Linie *b* hatte. An der rechten Seite des Dammes war einige Zeit vor dem Zusammenbruch plötzlich eine kleine Quelle entstanden, deren Ursprung nicht zu erklären war. Dieselbe war offenbar ein Abflufs des Wassers, welches in der Mulde unter dem Geleise sich angesammelt hatte.

Bemerkenswerth bei dem Unfall war, dafs die Locomotive, die bei dem Sturz den Schornstein verloren hatte, nach der Abrutschung wieder aufrecht stand. Der Abbruch des Dammes mufs erst erfolgt sein, als die Locomotive auf der Rutschstelle angelangt war; andernfalls hätte dieselbe sich mehr nach vorn einbohren oder überstürzen müssen. Der Umstand, dafs die Schwellenenden auf der einen Seite noch auflagen, bewirkte, dafs die Locomotive seitwärts umfiel und sich einmal um sich selbst drehte, sodafs sie wieder aufrecht zu stehen kam. Der Heizer war bei dieser Drehung weit seitwärts geschleudert, während der Locomotivführer, wie er mir selbst am folgenden Tage sagte, beim Beginn der Bewegung sich niedersetzend und den Steuerhebel umfassend, den Sturz mitgemacht hatte und körperlich unverletzt geblieben war. Den Schornstein hatte die Locomotive beim Sturz verloren, derselbe fand sich bei *l* Abb. 21, Dampfdom und Kessel waren mit Thonspuren überzogen, das Gehäuse des Führerstandes war gleichfalls abgerissen und die Roststäbe waren durcheinander geworfen. Der Tender hatte die Kohlen verloren, war aber sonst nur wenig beschädigt.

Im vorliegenden Falle hat offenbar auch die Umbildung des Planums unter dem Geleise die Dammrutschung vorbereitet und, durch die bedeutenden Niederschläge der vorangegangenen Jahre begünstigt, herbeigeführt. Wahrscheinlich hatten sich die Mulden schon unter dem Geleise gebildet, als die Bahn im Jahre 1876 in Betrieb genommen wurde, denn der Damm war theils im Winter unter ungünstigen Verhältnissen geschüttet. Sodann lag die Unfallstelle am Ende eines Gefälles 1:150, sodafs von dem höher liegenden Theile der Strecke das Regenwasser nach hier abgeführt wurde.

Die Erklärung über die Ursachen der Dammstürze dürfte somit dahin zu erweitern sein, dafs auch infolge der Belastung des Eisenbahngeleises unter demselben im thonigen oder sonst

nachgiebigen Planum Einsenkungen sich bilden können, in denen Wasser sich ansammelt. Dadurch wird dann der Boden des Dammes aufgeweicht und die Tragfähigkeit vermindert. Die Einsenkungen im Planum vertiefen sich allmählich, nehmen bei anhaltend nasser Witterung von neuem Ansammlungen von Wasser auf, wodurch nach und nach der Dammkörper vollständig durchweicht und dessen Tragfähigkeit soweit vermindert wird, dafs die Abrutschung einer Seite oder der Zusammenbruch des ganzen Dammes vorbereitet und herbeigeführt wird.

Solchen Umbildungen und Unfällen kann man in einfachster Weise dadurch vorbeugen, dafs man frühzeitig — d. h. sobald sich aufsergewöhnliche Senkungen des Geleises bemerkbar machen — von der Seite aus Querschlitze in den Damm treibt, die bis zur Sohle der Mulde unter dem Geleise reichen (Abb. 22). Die Sohle dieser Schlitze mufs ein starkes Gefälle nach aufsen erhalten, damit das Wasser rasch abfliefsen und die Mulde auf diese Weise vollständig trocken werden kann. Die Schlitze legt man je nach der Durchfeuchtung des Planums 5 bis 10 m entfernt und füllt sie unten mit Steinen und Kies aus; zur Ausfüllung oben kann der ausgegrabene Boden wieder verwendet werden.

c) Versuche bei Annahme eines eingeleisigen Planums mit Langschwellen.

Die Querschnitte in Abb. 23 bis 28 zeigen die Vorgänge der Umbildung des Planums in ihrer Entwicklung vom Beginn bis dahin, wo zwischen den Langschwellen Thon nicht mehr emporquoll. Die Aehnlichkeit der Bildungen mit denen in Abb. 10 bis 16 Blatt 70 des Jahrganges 1889 ist unverkennbar, sogar der bei den einzelnen Querschnitten ausgeübte Druck ist, solange noch Aufquellungen vorkommen, nahezu derselbe.

Die Tragfähigkeit, die Höhe der Bettung, wie auch die Breite, welche der Bahnkörper nach und nach erhalten hatte, ist in die einzelnen Zeichnungen eingetragen. Es ergiebt sich daraus auch hier wieder, dafs mit der Höhe und der Breite des Kieskoffers die Tragfähigkeit zunimmt. Dieselbe betrug im Schnitt Abb. 23 unter der linken Schwelle 2,9 kg auf 1 qcm, unter der rechten 2,5 kg; im Schnitt 25 war sie auf 3,1 bezw. 3 kg und in Abb. 25 auf 3,2 bezw. 3,5 kg gestiegen. Beim Schnitt Abb. 26 zeigten sich auf der linken Seite Spuren von Rutschungen, wodurch die Tragfähigkeit der linken Schwelle wesentlich beeinflufst wurde. Letztere trug nur 3,2 kg, während die rechte Seite erst bei 5,5 kg auf 1 qcm einsank.

Es wurde darauf die linke Seite des Dammes soviel wie möglich wieder festgestampft, doch gelang es dadurch nicht, dieser Schwelle wieder die Tragfähigkeit wie auf der rechten Seite zu verschaffen, denn im Schnitt 28 ergab sich für die linke Seite 4,2, für die rechte jedoch 6,2 kg für 1 qcm.

Bei einer Vergleichung dieses Querschnittes mit demjenigen in Abb. 15 Blatt 70 des Jahrganges 1889 ergiebt sich eine grofse Aehnlichkeit beider Versuche bezüglich der Bildung der Kiesmulden unter den Schienenreihen, nur die seitliche Verdrückung des Thones ist hier etwas anders als dort. Die Tragfähigkeit des Planums blieb beim Damm hinter derjenigen beim Einschnitt weit zurück, trotzdem das Kiesbett tiefer geworden war, als beim Einschnitt und der ganze Bahnkörper eine bedeutende Verbreiterung erfahren hatte. Abb. 28 läfst auf der linken Seite zwar 5,4 kg, mithin wesentlich mehr als Abb. 27 erkennen — es war zuvor der in Abrutschung begriffene Theil wieder gehörig festgestampft —, auch trug die rechte Seite 6,6 kg; doch sind diese Zahlen noch wesentlich geringer als die bei Einschnitten erreichten Belastungen von zehn und mehr Kilogramm, zumal dabei in letzteren keinerlei Formveränderungen mehr wahrgenommen wurden.

d) Vergleichung der Versuche zu *a* und *c*.

Bei Vergleichung der Umbildungen des Planums mit Querschwellen und desjenigen mit Langschwellen ergiebt sich zunächst, dafs bei beiden Bauweisen in ziemlich gleicher Weise nachtheilige Wirkungen sich geltend machen, dafs bei weichem Boden zwischen den Schwellen ebenso wie in den Einschnitten Aufquellungen entstehen, und dafs diese bei den Querschwellen entsprechend dem geringeren Zwischenraume zwischen den Schwellen früher aufhören, als bei den Langschwellen. Die unter den Schwellen entstehenden Muldenbildungen schliefsen in beiden Fällen eine Entwässerung des Planums vollständig aus; es sammelt sich vielmehr das Himmelwasser in denselben an und bewirkt die Durchweichung des Bahnkörpers. Bei beiden Versuchen treten neben Muldenbildungen auch Verbreiterungen des Bahnkörpers ein, sodafs der Damm durch die Belastung so zu sagen auseinander gekeilt wird.

Die Verbreiterung stieg beim Querschwellengeleise (Abb. 5 bis 15) von 4 m bis auf 5,96 m, beim Langschwellenbau (Abb. 23 bis 28) von 4 bis auf 8 m; sie ist daher im letzteren Falle wesentlich gröfser als im ersteren. Dahingegen wirkt der von dem Querschwellenbau ausgehende Druck mehr nach der Mitte des Dammes zu und ruft deshalb auch auf gröfsere Tiefen Ausbauchungen der Böschungen und Rutschungen hervor. Diese Vertheilung des Druckes mehr nach der widerstandsfähigeren Mitte des Dammes ist ein offenbarer Vortheil des Querschwellenbaues, wenn es auch den Anschein hat, als ob die Bildung von Rutschflächen in gröfserer Tiefe dadurch eher befördert wird.

Beim Langschwellenbau fehlt bei Dämmen für die äufsere Seite der Langschwelle das nöthige Widerlager, und das Geleis kann deshalb bei der seitherigen Planumsbreite auch nicht so haltbar sein, wie das Geleis mit Querschwellen. Daher kommt es denn auch, dafs bei zweigeleisigen Strecken mit Langschwellenbau die äufsere Schiene sich immer mehr senkt, als die innere. Nach vielfachen Beobachtungen beträgt diese Senkung im diesseitigen Bezirk jährlich 3 bis 20 mm je nach Beschaffenheit und Breite des Bahnkörpers. An sich ist das freilich nicht viel, auch hat die Senkung, solange sie gleichmäfsig vor sich geht, nichts bedenkliches. Immerhin erfordert das Geleis fast regelmäfsig jährlich eine vollständige Durcharbeitung, die beim Querschwellenbau unter gleichen Verhältnissen nicht in dem Umfange und bei weitem nicht so häufig nöthig ist.

Diese Thatsache dürfte in folgenden Betrachtungen ihre Erklärung finden. Wie in der früheren Arbeit (Seite 570 des Jahrganges 1889) bereits hervorgehoben wurde, ist die Kraftvertheilung und die Kraftwirkung im Kieskoffer unter der Schwelle der Art, dafs das Bettungsmaterial eine kreisende Bewegung einnimmt und dadurch die regelmäfsige Form des Koffers geschaffen wird. Die von der Schwelle ausgehenden, senkrecht von oben nach unten gerichteten Kräfte setzen sich im Kieskoffer in solche um, die kreisend nach der Seite und nach oben gerichtet sind. Beim Querschwellenbau sind die Kofferbildungen genau symmetrisch (Abb. 10), ein Beweis dafür, dafs die von

den einzelnen Schwellen ausgehenden Kräfte einander gleich sind und sich das Gleichgewicht halten, dafs jede Schwelle in gewissem Sinne ein Widerlager für die beiden Nachbarschwellen bildet.

Anders liegt die Sache beim Langschwellenbau (Abb. 23 bis 28). Da sind im Querschnitt nur zwei Schwellen vorhanden, die sich deshalb auch nur nach je einer Seite gegenseitig stützen können. Die beiden anderen Seiten haben nur den vor ihnen liegenden Theil des Bahnkörpers zur Stütze, und dessen Widerstand ist begrenzt durch die benachbarte Böschungsfläche. Je breiter daher der Bahnkörper aufserhalb der Schienenreihe noch ist, desto mehr Widerstand kann er dem Schwellendrucke entgegensetzen, also ein desto besseres Widerlager für die Langschwelle bilden. Die Gestalt eines Eisenbahneinschnittes ist daher in dieser Hinsicht sehr günstig, da die seitwärts ansteigenden Böschungskörper ein unverrückbar festes Widerlager gewähren. Wenn nun auch ein gleich starkes Widerlager für die Aufträge nicht erreicht werden kann, so dürfte doch eine Verstärkung derselben insoweit nöthig sein, dafs die gleiche Tragfähigkeit beider Schienenreihen innerhalb gewisser Grenzen gewährleistet wird.

Der Unterschied der Gestalt des Kieskoffers unter der Langschwelle gegenüber der des Koffers unter der Querschwelle ist bei Vergleichung der Abb. 6, 8 und 10 mit Abb. 24 bis 28 deutlich zu erkennen. Während erstere durchweg symmetrisch zur Schwelle gestaltet ist, ist bei der Langschwelle ein Gleiches nur im Anfang der Umbildung der Fall (Abb. 23). Im weiteren Verlaufe vergröfsert sich die Mulde bedeutend mehr nach aufsen (der Dammkante zu) und ist beim Aufhören der Thonaufquellung in der Mitte (Abb. 26) soweit ausgedehnt, dafs die äufsere Breite 1,50 m beträgt gegen 0,75 m Breite der Mulde nach innen.

Nach all diesem erscheint es zweifellos, dafs der Dammkörper in den seitherigen Abmessungen für den Langschwellenbau nicht die Festigkeit bietet, wie für den Querschwellenbau. Diese geringere Tragfähigkeit wird sich ausdrücken lassen durch die Verbreiterung, welche das Planum bei beiden Versuchen bei gleicher Belastung erfahren hatte, also durch die Zahlen der Planumsbreiten Abb. 15 und 28. Bei dem Querschwellenbau war die Tragfähigkeit im Schnitt Abb. 15 = 6,44 kg und die zugehörige Planumsbreite = 5,96 m; bei dem Langschwellenbau Abb. 28 die Tragfähigkeit 5,4 bezw. 6,6 kg und die Breite = 8 m. Es würde demnach das Verhältnifs der Planumsbreiten sich wie $5{,}96/8 = {}^3/_4$ stellen. Da jedoch im Schnitt Abb. 15 die beiden Seiten des Dammes vielfach zerrissen und in Rutschung begriffen, mithin weniger widerstandsfähig waren, als das Planum in Abb. 28, dessen rechte Seite noch vollständig zusammenhing, so wird sich das Verhältnifs für den Langschwellenbau noch ungünstiger stellen.

e) Versuche bei Annahme eines zweigeleisigen Planums.

Da bei den Versuchen nicht nur die Umbildung des Planums, sondern auch die Tragfähigkeit desselben bei den beiden Oberbau-Arten ermittelt werden sollte, so wurde zum nächsten Versuch das Planum mit einem Geleise auf Langschwellen und einem Geleise auf Querschwellen belegt; auch wurde die Belastung beim Einsenken für jede Schienenreihe getrennt ermittelt. Der Versuche wurde im Mafsstab 1 : 40 der nat. Gröfse ausgeführt. Beim Querschwellen-Oberbau waren zehn Schwellen auf die Schienenlänge von 9 m angenommen. Die Entfernung der beiden Geleise betrug 3,50 m. Der Thon war so weich, dafs er bei unmittelbarer Belastung nur 0,62 kg auf 1 qcm trug. Abb. 29 bis 34 (Bl. 17) geben die im Verlauf des Versuches aufgenommenen Querschnitte, die erkennen lassen, dafs der Vorgang im wesentlichen dem früheren ähnlich war. Die Geleise wurden nicht gleichzeitig, sondern nach einander belastet, sodafs also die Wirkung der Einsenkung des einen Geleises sich bei dem benachbarten mit geltend machen konnte. Daher erklärt sich auch die Unregelmäfsigkeit in der Bildung der Thonrippe zwischen beiden Geleisen. Sodann wurde darauf gehalten, dafs die Tiefe der Kieskoffer und die Verbreiterung der beiderseitigen Bahnkörper etwa gleich blieb, und ist deshalb je nach Bedarf das eine Geleis häufiger belastet, als das andere. Die jeder Schienenreihe beigeschriebenen Zahlen geben für jeden Querschnitt die Tragfähigkeit an, jedoch nicht mehr wie früher für 1 qcm, sondern für 1 m Schienen- bezw. Geleislänge.

Danach stellt sich auch hier die Tragfähigkeit des Querschwellenbaues höher als diejenige des Geleises auf Langschwellen.

Im einzelnen betrachtet, trägt beim Langschwellenbau die äufsere Schwelle Abb. 29 und 30 weniger als die innere, während beim Querschwellenbau der unter der inneren Schiene liegende Theil der Schwelle weniger trägt als derjenige unter der äufseren Schiene. Ersteres erklärt sich aus der unzureichenden Breite des Dammkörpers, während letzteres darauf zurück zu führen ist, dafs bei Belastung des Langschwellengeleises die mittlere Thonrippe zuvor bis nahe an die Köpfe der Querschwellen herangedrückt war, sodafs zwischen den Schwellen wieder Aufquellungen entstehen mufsten und dadurch die Tragfähigkeit derselben vermindert wurde. Aehnliches wiederholte sich während des ganzen Versuches. Querschnitt Abb. 31 ist besonders beachtenswerth, weil hier im Langschwellenbau die äufsere Schiene fast genau ebensoviel trägt wie die innere (6,12 t bezw. 6,3 t). Die Breite des Bahnkörpers ist bei diesem Schnitt 3,5 m von Geleismitte bis zur Dammkante, mithin 1,5 m breiter als ursprünglich. Für die angegebene Last würde daher diese Abmessung nöthig sein, um bei diesem Schüttungsmaterial (weichem Thon) beim Langschwellenbau beide Schienenreihen gleich tragfähig zu machen. Wird die Traglast gröfser, so mufs bei gleich weichem Material auch die Breite des Bahnkörpers entsprechend gröfser sein. So gehört zu der Belastung von 7 t (Abb. 32) die Verbreiterung von 2 m und zu einer solchen von 7,7 t eine Zunahme der Breite um 2,6 m.

Hieraus sowie aus der Gestalt des umgebildeten Bahnkörpers dürfte zweifellos zu erkennen sein, dafs einerseits durch eine entsprechende Verbreiterung desselben die äufsere Schienenreihe ebenso tragfähig gemacht werden kann, wie die innere, sowie anderseits, dafs diese Verbreiterung sich auf die Krone bezw. den oberen Theil des Dammes beschränken kann, es also nicht nöthig ist, die ganze Dammschüttung bis zur Sohle in gleicher Weise breiter zu machen.

Zur Erkennung der im Thone selbst vorkommenden Bewegungen waren bei *a*, *b*, *c* und *d* Abb. 29 je eine Reihe farbiger Glasperlen in den Thon eingedrückt, sodafs man sie durch die Glasplatte genau sehen und ihre Bewegungen verfolgen konnte. Die ursprüngliche Stellung jeder Perle wurde auf der Glasplatte durch Tinte gekennzeichnet, ebenso wie nach jeder Belastung die neue Stellung nachgetragen und auf diese

Weise genau der von ihr zurückgelegte Weg verfolgt werden konnte.

Die Querschnitte Abb. 29 bis 33 enthalten die ursprüngliche Lage der Perlen und die Stellung, welche sie bei dem gezeichneten Stande des Versuches angenommen hatten. Beide sind durch punktirte Linien verbunden. Man erkennt auf diese Weise, wie tief und in wie weit der Thon an der Bewegung theilgenommen hat, wo Rutschflächen sich bilden, und welche Theile noch unbewegt stehen geblieben sind. So ist z. B. in Abb. 31 der Punkt $r$ der linken Reihe aus seiner ursprünglichen Lage schräg nach links oben bis $s$ gelangt. Punkt $q$ mitten unter dem Geleise ging ebenfalls etwas nach oben, während Punkt $o$ mitten unter dem Querschwellen-Geleise nach unten sich bewegt hat, und Punkt $o'$ nahe darunter unberührt stehen geblieben ist. Ebenso haben in demselben Schnitt die Punkte $r'$, $q'$ und $m'$ an den Bewegungen nicht theilgenommen. Im Schnitt 33 hat sich hingegen die Bewegung wesentlich mehr nach unten erstreckt, die Punkte $r'$ und $q'$ sind nach links, die Punkte $o'$ und $m'$ nach rechts gegangen, die oberen Punkte $r$ und $t$ haben sich sogar schon über die Höhe von Schienen-Unterkante erhoben und sind beim Abgraben mit beseitigt worden.

Die Gröfse des von den einzelnen Punkten zurückgelegten Weges nimmt von oben nach unten theils allmählich, theils sprungweise ab und bezeichnet im letzteren Falle die Stellen, an welchen Rutschflächen entstehen. Die Bewegungsrichtung ist in den unteren Schichten mehr wagerecht nach aufsen, in den oberen mehr nach oben gerichtet. Die linke Seite läfst mit voller Bestimmtheit Rutschflächen noch nicht erkennen, während rechts bei $R$ Abb. 33 deutlich eine solche wahrzunehmen ist, die sich im Schnitt 34 sogar zu einem Rifs erweitert hat.

Es zeigt dieser Versuch ebenfalls wieder, dafs das Querschwellengeleis mehr darauf hinwirkt, Rutschungen zu bilden, sowie anderseits, dafs es bei gleicher Bettungshöhe mehr trägt als das Geleis mit Langschwellen. Soll daher das Langschwellengeleis ebenso tragfähig werden, so müssen wir demselben eine höhere Bettung und ein breiteres Planum geben.

Nach den früheren Ergebnissen ist bekannt, dafs die Höhe der Unterbettung abhängig ist von der Entfernung der Schwellen und dafs sie beim Langschwellenbau mindestens 1,20 m und beim Querschwellenbau, mit 0,67 m Lichtmafs zwischen den Schwellen, 0,67 m sein mufs. Für den Theil mitten im Planum ist im vorliegenden Falle, wo ein Geleis aus Langschwellen und das andere aus Querschwellen besteht, die Entfernung der Querschwellenköpfe von den Langschwellen mafsgebend.

Hiernach wurde nach Beendigung des vorbeschriebenen Versuches ein neues Planum gefertigt, und zwar erhielt (Schnitt 35) das Langschwellengeleis eine Kronenbreite von 3,5 m, das Querschwellengeleis eine solche von 2 m Breite. Die Kanten wurden aus Thon beibehalten, also richtige Koffer gebildet, die dann mit Sand und Kies gefüllt und wie früher belastet wurden. Abweichend von früher waren jedoch im Querschwellengeleis 11 Schwellen auf die Schienenlänge angenommen.

Das Ergebnifs der Abwiegung war für die äufsere Langschwellenreihe 8,7 t, für die innere 9,1 t, für die innere Holzschwellenseite 8,8 t und für die äufsere 9,6 t. Die Tragfähigkeit der einzelnen Schienenreihen ist somit nahezu gleich. Es dürfte damit wiederholt der Nachweis geliefert sein, dafs bei hinreichender Unterbettung und Erbreiterung des Planums das Langschwellengeleis ebenso tragfähig gemacht werden kann wie das Geleis auf Querschwellen, trotzdem letzteres durch Anwendung von 10 bezw. 11 Schwellen auf die Schienenlänge eine bedeutend gröfsere Auflagerfläche besitzt.

Bevor hier anschliefsend bestimmte Vorschläge für neue, jedem einzelnen Oberbausystem angepafste Dammquerschnitte gemacht werden, möge gestattet sein, noch einige Belastungsversuche auf Sanddämmen mitzutheilen.

### f) Belastungsversuche auf Eisenbahndämmen aus Sand.

Wie Thon als das ungünstigste, so kann im allgemeinen (Steinschüttung ausgenommen) Sand wohl als das beste Schüttungsmaterial angesehen werden, und wenn im Vorstehenden die für den Langschwellenbau auf Thonplanum erforderliche Verbreiterung für den ungünstigsten Fall gefunden wurde, so dürfte es erwünscht sein, auch die Zahl zu erhalten, welche, für den günstigsten Boden geltend, als das Mindestmafs der nothwendigen Verbreiterung anzusehen ist.

Es wurden deshalb auch Versuche mit feinem Sand, der in einer Höhe von 0,26 m kofferartig mit feinem Kies überdeckt war, ausgeführt, und deshalb, wie Abb. 36 zeigt, im Versuchskasten ein Körper hergestellt, der nur an einer Seite eine Böschung erhielt. Alsdann wurde das Langschwellengeleis, das der gröfseren Genauigkeit wegen im Mafsstabe 1 : 20 hergestellt war, zunächst in einer Entfernung $a = 4$ m darauf gelegt, nachdem zuvor der Sand- und Kieskörper gehörig durchnäfst und tüchtig festgestampft war.

Die Belastung wurde in früherer Weise vorgenommen und ergab eine Tragfähigkeit für 1 lfd. m Geleis von 67,9 t, wobei auf jede Schienenreihe fast genau gleich viel kam. Erst bei dieser Last, die etwa dem sieben- bis achtfachen Gewicht einer schweren Güterzug-Locomotive entspricht, sanken die Schwellen ein, bezw. rutschte der feine Kies seitwärts ab. Eine Hinausdrückung der Böschungskante oder irgend eine Formveränderung derselben hatte dabei nicht stattgefunden. Alsdann wurde der Dammkörper bis unter die Abrutschflächen umgegraben, wieder von neuem gestampft und um das Geleis 0,20 m näher an die Böschungskante herangerückt und darauf wieder belastet. Das Ergebnifs war fast genau dasselbe, der Damm war also noch unnöthig breit. Das Geleis wurde wieder um 0,20 m näher an die Böschungskante gelegt und so fortgefahren, bis die Entfernung 3 m betrug. Bei diesem Versuch stellte sich die Tragfähigkeit der äufseren Schiene = 33 t, die der inneren = 34,5 t, ohne dafs nach dem Einsinken der Schwellen eine Hinausschiebung der Bettungskante eingetreten war. Die Tragfähigkeit war also noch die ursprüngliche, wie bei $a = 4$ m, der Bahnkörper war mithin auch bei 3 m Breite noch voll tragfähig. Als dann jedoch die Entfernung des Geleises an der Dammkante auf 2,80 m herabgemindert wurde, trug die äufsere Schiene nur noch 23,7 t, die innere 29,3 t auf 1 lfd. m; auch war hierbei eine kleine Hinausschiebung der Dammkante um 2 cm zu bemerken. Die innere Schwelle hätte wahrscheinlich noch mehr getragen, aber durch das Einsinken der äufseren wurde sie gekantet und dadurch früher zum Einsinken gebracht. Da die Tragfähigkeit von 23,7 t immer noch der $5\frac{1}{2}$ fachen Locomotivlast entspricht, so kann die Breite von 2,8 m von Mitte Geleis bis zur Planumskante wohl als noch hinreichend bezeichnet werden. Anders gestaltete sich jedoch der Versuch bei der

Heranrückung des Geleises auf 2,60 m, denn hier erfolgte die Einsenkung bezw. der Zusammenbruch schon, als die äufsere Schwelle mit 14,9 t auf 1 lfd m, mithin nicht einmal dem $3^1/_2$ fachen Locomotivgewicht belastet war. Dabei zeigte sich eine erhebliche Hinausschiebung von 8 cm der Böschungskante und des Böschungskörpers bis in gröfsere Tiefe: Die Rutschfläche, sowie die abgerutschten Körper waren deutlich durch die Glasplatte zu erkennen. Dieselben sind in Abb. 63 (Bl. 18) wiedergegeben.

Hiernach ist also die Dammbreite von 2,60 m in Höhe von Schwellenunterkante für Langschwellenbau nicht ausreichend, um die wünschenswerthe Sicherheit gegen Senkungen der äufseren Schiene zu gewähren; eine wesentlich gröfsere Sicherheit bietet schon die Breite von 2,80 m, während 3 m Breite die volle und gleiche Tragfähigkeit des Bahnkörpers für beide Schienenreihen sicher gewährleistet.

Hierbei darf nicht unterlassen werden hervorzuheben, dafs bei diesen Versuchen es aufserordentlich darauf ankommt, das Material (Sand und Kies) gehörig anzufeuchten und gleichmäfsig festzustampfen, wenn anders man nicht zu ungereimten und widersprechenden Ergebnissen kommen will. Die Kleinheit des Mafsstabes bedingt eine grofse Sorgfalt und viel Ausdauer bei der Arbeit. So sind auch die früher, wie die jetzt mitgetheilten Versuche erst das Ergebnifs mancher langwierigen, zum Theil mifsglückten Bemühungen. Wenn ich daher das Mafs von 2,80 m von Geleismitte bis zur Böschungskante als das geringste zulässige vorschlage, so geschieht es unter dem Vorbehalt, dafs bei Verwendung von festerem und zäherem Material, als reiner Sand und Kies im allgemeinen zu sein pflegen, oder bei Aufführung von Bruchstein-Mauerwerk an den Kanten des Bettungskörpers auch schon eine geringere Breite ein hinreichendes Widerlager gewähren mag.

Man wird auch hier, wie überall bei Bauausführungen, mit dem gegebenen Material zu rechnen haben. Bei Strecken, die bereits im Betriebe sind, wird man da verbreitern, wo das Geleis sich zuviel und ungleichmäfsig senkt, und diese Verbreiterung bei zweigeleisigen Strecken soweit ausdehnen, bis die äufsere Schwelle ebenso fest und sicher liegen bleibt, wie die innere.

Um auch die Tragfähigkeit des Querschwellenbaues mit in Vergleich zu ziehen, wurde im Versuchskasten auf demselben Sand- bezw. Kieskörper, auf welchem zuvor der Langschwellenbau gelegen hatte (selbstverständlich nachdem er zuvor umgegraben und gehörig gestampft war) ein Geleis mit Querschwellen (10 Schwellen auf die Schienenlänge von 9 m) in einem Abstand von 2 m von der Böschungskante verlegt und in früherer Weise belastet. Dabei ergab sich die Tragfähigkeit unter der äufseren Schiene zu 32 t, unter der inneren zu 49,5 t auf 1 lfd m, ohne dafs dabei eine vollständige Einsenkung oder eine Abrutschung eingetreten war. Eine geringere Verbreiterung des Bettungskörpers war allerdings bemerkbar, jedoch betrug dieselbe kaum 2 cm.

Auf dieselbe Stelle wurde alsdann, gleichfalls in 2 m Abstand von der Böschungskante, ein Langschwellengeleis gelegt und belastet. Es trug die äufsere Schiene aber nur 12 t, mithin nur 12/32 = etwa 0,4 mal soviel, als beim Querschwellenbau. Als dann das Langschwellengeleis in 2,80 m Abstand verlegt und belastet wurde, ergab sich für die äufsere Schiene genau das doppelte, nämlich 24 t (oben wurde 23,7 t bei dem dortigen Versuch beobachtet); dann wurde wieder ein Querschwellengeleis in 2 m Abstand belastet, das nur 29,6 t unter der äufseren Schiene tragen konnte, also etwas weniger wie früher.

Nimmt man den gröfsten Raddruck zu 7000 kg an (§ 67 der technischen Vereinbarungen) und den zugehörigen Radstand zu 1,5 m, so ergiebt sich die gröfste Last auf 1 lfd m Schiene zu $4^2/_3$ t. Der Querschwellenbau würde hiernach bei 4 m Breite des Bettungskörpers 29,6/4,67 = etwa 6 fache Sicherheit in dem einen, und 32/4,67 = etwa 7 fache Sicherheit in dem anderen Falle gewähren. Der Langschwellenbau bietet bei 5,6 m Bettungsbreite nur 24/4,67 = etwa 5 fache, dahingegen bei 6 m Bettungsbreite 33/4,67 = ebenfalls 7 fache Sicherheit.

Abgesehen von den geringen Schwankungen der erhaltenen Zahlen, die in der Schwierigkeit, den Sand und Kies jedesmal vollständig gleichmäfsig und so fest wie zuvor zu stampfen, ihre Erklärung finden, kann als Endergebnifs mit Sicherheit hingestellt werden, dafs das Langschwellengeleis auf einem Bahnkörper aus Sand mit 6 m Kronenbreite ebenso tragfähig ist, wie das Querschwellengeleis auf einem gleichen Bahnkörper von nur 4 m Breite.

### g) Versuche bezüglich der Druckvertheilung im Bahnkörper unter den Geleisen.

Um ein bestimmteres Bild von der Druckvertheilung im Bahnkörper unter dem Geleise zu erhalten und somit auf andere Weise noch einen Nachweis darüber zu liefern, dafs die Versuche mit der Wirklichkeit übereinstimmen, der Druck unter den Schwellen sich nach allen Seiten vertheilt und somit in der Tiefe entsprechend geringer wird, sind noch folgende Versuche und Messungen angestellt.

Es wurde davon ausgegangen, dafs zur Beurtheilung des Mafses der Senkung und der Elasticität der Bettung eine Messung der Senkungen der darüber liegenden Schiene nicht genau genug sei, indem dabei mehrere Fehlerquellen sich geltend machen mufsten, die auf die unzureichende Befestigung der Schiene auf der Schwelle oder ungenaue Unterstopfung der Schwelle selbst zurück zu führen waren. Bei einer Langschwelle von 30 cm Breite wird ohnehin beim Eintritt der Belastung der mittlere Theil, auf dem die Schiene steht, mehr auf die Bettung drücken und sich infolge dessen auch mehr senken, als die äufseren. Infolge dessen wird im unbelasteten Zustande meistens die Langschwelle nur mit den äufseren Flügeltheilen auf der Bettung aufliegen, während in der Mitte (bei der Hilfschen Schwelle also an der Mittelrippe, bei der Haarmannschen in der hutförmigen Erhöhung) ein Zwischenraum zwischen Schwelle und Bettung vorhanden sein wird.

Deshalb wurde die Senkung der Bettung auch unmittelbar gemessen und zu diesem Zwecke, wie in Abb. 55 und 56 angegeben, an der Schwelle ein schmaler, 0,30 m breiter Schlitz bis 2 m Tiefe in den Bahnkörper eingetrieben, der Boden soviel als nöthig seitwärts abgesteift und in denselben quer durch den Bettungs- bezw. Bahnkörper hindurch eine Anzahl scharfer, 40 cm langer Flacheisen so tief eingetrieben, dafs sie, mindestens in Schwellenbreite in demselben sitzend, alle Bewegungen des Erdkörpers vollständig mitmachen mufsten. Das oberste Eisen wurde 11 cm unter Schwellenunterkante in den hier sehr fest gefahrenen Kieskörper eingeschlagen, die übrigen 0,25 — 0,5 — 0,75 — 1 — 1,50 — 2 m tief. Die Messungen

wurden dadurch bewirkt, dafs in einer Entfernung von 3 m eine starke Bohle mit eingeschlagenen starken Nägeln zur Gewinnung eines Stützpunkts fest eingegraben, dann eine Wägelatte, wie gezeichnet, übergelegt und auf dieselbe eine Mikrometer-Libelle gesetzt und genau eingestellt wurde. Alsdann fuhr die Locomotive auf die Beobachtungsstelle und zwar so, dafs ihre Mittelachse sich genau über dem eingeschlagenen Eisen befand. Die etwaige Senkung machte sich dann an der Libelle bemerkbar, sie wurde abgelesen, und nach der Länge des Hebelarmes von 3 m die Gröfse der wirklichen Senkung berechnet. Die Entfernung des Stützpunktes war absichtlich so grofs (3 m) gewählt, um vollständig sicher zu sein, dafs das Erdreich unter demselben an der Bewegung nicht mehr theilnahm, was nach den bezüglichen Versuchen bei 1,5 bis 2 m Entfernung nicht immer mit Sicherheit anzunehmen ist. Der grofse Hebelarm bedingte natürlich eine aufserordentlich genaue Libelle. Diese stand mir zur Verfügung aus einer Zeit, in der bei der vorm. Berlin-Görlitzer Eisenbahn Mitte der 70er Jahre Beobachtungen über Bewegungen an Brückenpfeilern von mir ausgeführt wurden. Die Libelle wurde damals nach einem vom Herrn Geheimen Finanzrath Köpke in Dresden herrührenden Muster, welches von demselben in den Protocollen des Sächsischen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1876, S. 29 bis 41 und 1877, S. 31 näher beschrieben ist, gefertigt. Sie übertrifft jenes Muster noch etwas an Genauigkeit, denn sie ist nach einem Halbmesser von etwa 180 m geschliffen und in Secunden getheilt.

Abb. 61 und 62 stellen das Werkzeug in Ansicht und Aufsicht dar. Die Libelle ist in einem Balken gelagert, der an der einen Seite (rechts) einen festen Drehpunkt hat und an dessen anderer (linken) Seite durch eine Mikrometerschraube die Einstellung der Blase bewirkt wird. Die Schraubenspindel trägt oben einen Theilkreis, der, in Secunden getheilt, die Gröfse des Ausschlagswinkels genau ablesen läfst. Die Ganghöhe der Schraube ist 0,248 mm, die Länge des Balkens vom Drehpunkt rechts bis zur Mitte der Schraube = 284,3 mm. Bei einer Umdrehung der Schraube beschreibt der Balken somit einen Winkel $\alpha = \frac{180 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0{,}248}{284{,}3 \cdot 3{,}14}$ = rd. 180 Secunden. Trotzdem die Libelle mit Schwefel-Aether gefüllt und daher leicht empfindlich ist, so bedingt der grofse Halbmesser derselben doch zur genauen Einstellung viel Zeit und Sorgfalt. Jede Messung wurde mehrfach wiederholt und dabei jedesmal festgestellt, ob nach der Entlastung die Blase auch wieder in die ursprüngliche Stellung zurückging. Letzteres geschah meistentheils nicht gleich vollständig, sie gebrauchte dazu oft wesentlich mehr Zeit, manchmal zeigte sich der vollständige Rückgang erst nach der nächsten Belastung, öfter blieben einige Secunden auch ganz zurück. Indessen waren diese Unregelmäfsigkeiten, die vielleicht auf ungenügende Elasticität oder anderweite Spannungen zurückzuführen sein mögen, immer nur unbedeutend und ohne wesentlichen Einflufs auf die Endergebnisse.

Bei dem in Abb. 55 und 56 dargestellten Versuche bestand sowohl der kleine Damm, als auch das Erdreich unter demselben aus Grubenkies mittlerer Güte. Das Ergebnifs der Messungen, wie es in Abb. 57 in zehnfacher Verzerrung bildlich dargestellt ist, war folgendes: In 2 m Tiefe unter der Schwelle betrug die Senkung 0,199 mm ($a - b$ Abb. 57), in 1,50 m Tiefe = 0,346 mm, in 1 m Tiefe = 0,422 mm usw., dieselbe steigerte sich ziemlich gleichmäfsig bis 0,25 m unter Schwellen-Unterkante, wo sie 0,686 mm betrug. In 0,11 m Tiefe unter Schwellen-Unterkante wurde 2,089 mm und an der Schiene selbst 3,197 mm gemessen. Es war also eine plötzliche Steigerung eingetreten, die sich bei der Schiene dadurch erklären läfst, dafs diese mit der Schwelle nicht genau auf der Bettung anflag. Anderseits hat es den Auschein, als ob beim Eintreiben des Eisens 0,11 m unter Schwellen-Unterkante in dem hier noch sehr fest zusammen gebackenen Körper ein Theil des oberen Kieskernes sich gelockert hat und dadurch die bedeutendere Senkung dieses Punktes hervorgerufen ist. Zur Belastung war eine dreiachsige Tender-Locomotive benutzt, deren Radstand und Belastungen neben Abb. 57 angegeben sind.

Ehe zur Betrachtung dieses Mafsergebnisses übergegangen wird, möge es gestattet sein, noch einige ähnliche Versuche mitzutheilen.

Abb. 58 giebt einen Versuch auf einem Sanddamme wieder, dessen Geleis im Jahre 1885 mit Haarmannscher Langschwelle umgebaut ist. Der Damm selbst stammt aus dem Jahre 1845. Die Senkungen verlaufen hier im oberen Theil (von 0,25 m an) viel regelmäfsiger, als in Abb. 57. Das Geleis war offenbar besser und gleichmäfsiger unterstopft. Die Senkung des Punktes 0,04 m unter Schwellen-Unterkante betrug 1,066 mm, diejenige des Schwellenflügels 1,28 mm und die des mittleren Theiles der Schwelle (der Hut) 1,726 mm. Letzterer senkte sich mithin 1,726 — 1,066 = 0,446 mm mehr, als der äufsere Theil der Schwelle.

Abb. 59 zeigt eine weitere Messung auf einem niedrigen Damme mit ähnlichen Ergebnissen; der Punkt in 2 m Tiefe konnte nicht mehr gemessen werden, da das Erdreich durch einen auf dem Nachbargeleise vorbeifahrenden Zug erschüttert wurde und zusammenstürzte.

In Abb. 60 ist endlich auch noch eine Messung unter einem Querschwellengeleise mitgetheilt, die genau unter dem Kreuzungspunkte von Schiene und Schwelle ausgeführt ist und zwar in demselben Damme, in welchem im anderen Geleise die Messung Abb. 58 vorgenommen wurde. Die zeichnerische Darstellung der Senkungen hat eine recht regelmäfsige Linie ergeben, auch läfst der Anschlufs derselben an die Schwellensenkung deutlich erkennen, dafs die Schwelle fest gestopft war.

Aus sämtlichen Versuchen ist klar zu erkennen, dafs die elastischen Senkungen im Bahnkörper unter dem Geleise ziemlich rasch abnehmen. Da nun, wie sich gleichfalls ergeben hat, das gewachsene Erdreich, wie auch der aufgeschüttete Boden vollständig elastisch sind, so kann man aus der Gröfse der elastischen Senkungen nach dem Elasticitäts-Gesetz unmittelbar auf die wirkenden Kräfte schliefsen. Wenn daher z. B. in Höhe der Schwellen-Unterkante (Abb. 58), also an einem Punkte, dessen elastische Senkung 1,28 mm betrug, ein Druck von 2 kg auf 1 qcm lastet, so kann in 2 m Tiefe unter der Schwelle, wo die elastische Senkung nur 0,229 mm betragen hat, nur ein Druck vorhanden gewesen sein, der in dem Verhältnifs von 0,229 : 1,28 kleiner war, mithin nur 0,36 kg betrug. Es hatte also in der Tiefe von 2 m unter der Schwelle der Druck sich schon soweit vertheilt, dafs auf 1 qcm daselbst nur noch etwa $^1/_6$ der ursprünglichen Last kam.

Zu diesem von der äufseren Belastung hervorgerufenen Druck tritt noch derjenige, welchen die Last des Erdreichs selbst verursacht. Nimmt man das Gewicht von 1 cbm Boden zu 1900 kg an, so ergiebt sich auf 1 qcm in 2 m Tiefe das Ge-

wicht der Erdsäule zu 0,38 kg. Die Gesamtlast würde daher sein 0,36 + 0,38 = 0,74 kg. Auf diese Druckberechnung wird später bei Entwicklung neuer Bahn- und Bettungs-Querschnitte zurück gekommen werden.

Bei Vergleichung der Senkungslinien in Abb. 58 und 60 ergiebt sich ferner, dafs die Bettung und das Erdreich unter den Querschwellen mehr zusammengedrückt wird, mithin auch mehr belastet wird, als beim Langschwellenbau.

Dicht unter der Schwelle betrug die Senkung:

beim Langschwellenbau . . . = 1,066 mm,
beim Querschwellenbau . . . = 2,159 mm,

in 2 m Tiefe

bei den Langschwellen . . . = 0,229 mm,
bei den Querschwellen . . . = 0,309 mm.

Da in beiden Fällen die Verhältnisse sowohl hinsichtlich der Bodenbeschaffenheit als der verwendeten Last dieselben waren, so ist die Senkung beim Querschwellenbau in dem einen Falle 100 pCt., in dem anderen Falle 35 pCt. mehr gewesen, als beim Langschwellenbau. Man kann deshalb unmittelbar folgern, dafs die Inanspruchnahme der Bettung beim Langschwellenbau wesentlich geringer ist, als beim Querschwellenbau. Hierin dürfte ein grofser Vorzug der Bauweise mit Langschwellen zu erblicken sein.

Wenn ich die wenigen Messungen, welche ich bisher habe durchführen können, der Oeffentlichkeit übergebe, so geschieht es mit dem Wunsche, dafs die Art zu messen weiter entwickelt und vielleicht auch zur Ermittlung der Bettungsziffer benutzt werden möge.

### h) Neue Bahn- und Bettungs-Querschnitte.

In Abb. 37 bis 44 sind neue Querschnitte für Thon-Dämme entworfen, die nach dem Vorgesagten nur noch weniger Erläuterung bedürfen.

Abb. 37 zeigt einen eingeleisigen Damm für Querschwellen mit 10 Schwellen auf die Schienenlänge von 9 m. Da das Lichtmafs zwischen den Schwellen 0,666 m ist, so mufs zur Verhütung von Thonaufquellungen zwischen denselben die Höhe der Bettung mindestens ebenso hoch = 0,67 genommen werden. Nach den früheren Versuchen über Thoneinschnitte war gefunden, dafs die Höhe der Bettung 0,20 m höher sein mufste, als das Lichtmafs zwischen den Schwellen betrug. Es erscheint jedoch bei Dämmen ausreichend, nur das letztere anzunehmen, aber das Planum mit 1 : 10 bezw. 1 : 5 abfallen zu lassen.

Nach den Druckermittlungen des vorigen Abschnitts würde in einer Tiefe von 0,67 m unter der Schwelle der Druck sich auf 0,69 kg verringert haben. Hierzu würde nun noch das Gewicht der Erdsäule von 0,13 kg treten und so der Gesamtdruck = 0,82 kg grofs sein; da jedoch dieser Erddruck sich auf den ganzen Bahnkörper vertheilt, so kann er bei Beantwortung der Frage, ob bei der gegebenen Bettungshöhe durch die Locomotivlast noch neue Eindrücke im Thon entstehen können, aufser Berechnung bleiben. Einem Drucke von 0,69 kg kann nach den angestellten Ermittlungen noch ein Thon widerstehen, der mit der Hand bequem zu kneten ist. Der Thon eines Stranges, der frisch aus der Ziegelpresse kommt, trägt 0,8 bis 1 kg auf 1 qcm. Hieraus ist mit Sicherheit zu folgern, dafs bei 0,67 m hoher Unterbettung, wie im vorliegenden Falle, Einsenkungen im Planum nicht mehr gebildet werden. Bei besonders ungünstigen Verhältnissen würde sich die Vorsicht empfehlen, vor Aufbringung der Unterbettung die Dammkrone etwas austrocknen zu lassen.

Die Unterbettung braucht selbstverständlich nicht durchweg aus Kies hergestellt zu werden; bis zur Höhe von 0,20 m unter Schwellenunterkante erfüllt vielmehr reiner Sand vollständig denselben Zweck. Der obere Theil mufs allerdings, soweit er zum Stopfen verwendet wird, aus gutem Kies bestehen. Die Seitenflächen des Bettungskörpers würden mit Mutterboden zu verkleiden und nur die Theile offen zu halten sein, durch welche, zur Abführung des Wassers vom Planum, Thonrohre eingelegt sind oder Packlage gesetzt ist. Das Geleis ist möglichst hoch zu verfüllen, denn dadurch wird nach den Entwickelungen im Abschnitt *d* die Tragfähigkeit des Geleises erhöht.

Bei zweigeleisigem Planum (Abb. 39) vergröfsert sich die Bettung in der Mitte auf das Lichtmafs zwischen den Schwellenköpfen, welches bei 2,5 m langen Schwellen und 3,5 m Geleisabstand = 1 m beträgt. Der Druck in dieser Tiefe würde nach Abb. 60 $= \frac{2 \cdot 0,564}{2,608} = 0,43$ kg sein, wenn derselbe unter den Schwellen wieder zu 2 kg angenommen wird. Die Bildung neuer Mulden ist sonach nicht mehr zu befürchten.

Bei Verwendung von 11 Schwellen auf die Schienenlänge (Abb. 40 bis 42) vermindert sich das Lichtmafs zwischen den Schwellen auf 0,573 m; dementsprechend kann die Bettungshöhe auf ebensoviel verringert werden. Der Druck in dieser Tiefe würde sich freilich bei den Annahmen wie vorher auf 0,77 kg belaufen; bei sehr weichem Material würde daher Vorsicht anzuwenden und eine Erhöhung dieses Mafses anzuempfehlen sein, falls es nicht möglich ist, den Damm zuvor gehörig austrocknen zu lassen.

Bei zweigeleisigem Planum mit 2,70 m langen Schwellen und 3,5 m Geleise-Abstand ergiebt sich die Bettungshöhe zu 0,80 m, welchem Mafse bei Belastung des Geleises ein Druck von 0,54 kg auf dem Planum entspricht.

Beim Entwurf der Damm-Querschnitte für Langschwellen kommen zwei Möglichkeiten in Frage. Man kann den Damm unter Zugrundelegung der gröfseren Kronenbreite von 2 · 2,8 m bis 2 · 3,5 m in der seitherigen Weise von unten auf mit durchweg $1^1/_2$facher Böschung schütten oder ihn in seitheriger Gestalt mit 2 · 2 m Kronenbreite ausführen und die nöthige gröfsere Breite dadurch gewinnen, dafs der obere Theil steiler geböscht wird. Ersteres wird man zweifellos bei kleinen Aufträgen vorziehen, hingegen bei hohen Dämmen letzteres Verfahren anwenden, da dasselbe nach den Versuchen dem Geleise vollständig hinreichende Widerstandsfähigkeit bietet, auch die Mehrkosten der Erdarbeiten gegenüber den seitherigen Damm-Querschnitten dadurch nur unerheblich gesteigert werden.

Die Breite des Bettungskörpers von 2 · 3,5 m würde anwendbar sein bei wenig reinem und nicht scharfkörnigem Material. Die Böschungen kann man nach Abb. 43 und 44 mit einfacher Anlage in Kopfrasen ansetzen oder eine Trockenmauer mit Böschungsneigung 1 : 0,5 herstellen. In beiden Fällen mufs ebenfalls wieder für Entwässerung des Planums gesorgt werden. Die Höhe der Bettung ist auch hier dem Lichtmafs zwischen den benachbarten Schwellen entsprechend zu 1,30 m bei Abb. 43 und 1,70 m bei Abb. 44 angenommen. Alsdann berechnet sich die auf das Planum noch kommende Belastung zu 0,58 kg bei eingeleisigem und zu 0,44 kg bei zweigeleisigem Planum.

Wenn nun auch diese Gewichte nur das gewöhnliche Mafs des Druckes angeben und Stofswirkungen dabei nicht berücksichtigt sind, so lassen die Zahlen doch erkennen, dafs eine wesentliche Steigerung des Druckes zulässig ist, ehe derselbe auf dem Planum selbst eine Gröfse erreicht, die Einsenkungen im Thon hervorruft. Dazu kommt, dafs, wie nachgewiesen, der Bettungskörper ziemlich elastisch und infolge der Gröfse seiner Masse imstande ist, erhebliche Stöfse ohne Nachtheil für die Unterfläche aufzuhalten.

Wie ein Vergleich der Abb. 43 und 44 ergiebt, werden sich die Mehrkosten für die nöthige Verbreiterung des Bettungskörpers nicht sehr hoch stellen, wenn auch die Herstellung des gröfseren Bahnkörpers unter Umständen viel Kosten verursachen kann. Im allgemeinen pflegen jedoch die Thoneinschnitte auch in den oberen Lagen etwas Sand zu enthalten; es wird daher in den meisten Fällen nur darauf ankommen, denselben vorher auszuhalten, um ihn später auf den fertigen Bahnkörper aufzubringen. Wie in der früheren Arbeit, so mufs ich auch hier wieder hervorheben, dafs die gemachten Vorschläge stets die ungünstigsten Verhältnisse im Auge haben und daher die äufsersten zu wählenden Mafse angeben. Liegen die Verhältnisse günstiger, konnte der Bahnkörper bei gutem Wetter und mit der nöthigen Sorgfalt geschüttet werden, vor dem Verlegen des Oberbaues gehörig austrocknen, so wird man den Bettungskörper entsprechend kleiner machen können.

Die Massen für die Verbreiterung des Bettungskörpers berechnen sich bei 3,5 m halber Breite und einfacher Anlage der mit Kopfrasen belegten Böschung zu 4,5 cbm für beide Seiten des Dammes, bei halber Anlage aus Steinpackung zu 2,25 cbm. Nimmt man die Bettungsbreite jedoch nur zu 2,8 m an, so verringern sich die Massen auf 1,28 bezw. 0,64 cbm. Setzt man nun 1 cbm Boden mit Kopfrasen mit 2 ℳ und 1 cbm Steinpackung mit 6 ℳ an, so entstehen an Kosten für 1 lfd m Bahnkörper 9 ℳ bezw. 13,50 ℳ im ersteren und 2,50 bezw. 4 ℳ im letzteren Falle, Summen, die als einmalige Ausgabe nicht ins Gewicht fallen dürften, gegenüber den dauernden Vortheilen, welche für die Geleiseunterhaltung dadurch erlangt werden.

Zum Vergleich sind in Abb. 45 und 46 die jetzt üblichen Damm-Querschnitte dargestellt. Man wird zugeben, dafs bei den geringen Bettungshöhen derselben das Planum mit dem geringen Quergefälle von 1:50 bezw. 1:25, bei anderem Schüttungs-Material als Sand oder Gestein, den Zweck der seitlichen Entwässerung nie wird erfüllt haben können, da dasselbe aller Wahrscheinlichkeit nach jedesmal bei der ersten Belastung schon umgebildet und mit kleinen Mulden versehen gewesen ist.

Die in Abb. 47 und 48 dargestellte Bettung, die nach Seite 226 Jahrg. 1884 des Centralblattes der Bauverwaltung so geformt ist, um die Niederschläge schleunigst abzuführen und das Geleis stets trocken zu halten, kann, nach den angestellten Versuchen, diesen Zweck nur vorübergehend und nur auf Kosten der sicheren Lage erfüllen. Eine solche Anordnung wird sich ebensowenig bewähren, wie alle übrigen lediglich auf die Abführung des Tagewassers abzielenden Mafsnahmen, sofern der Bettungskörper nicht hinreichende Abmessungen hat und das Stopfmaterial gut und rein ist.

Der Vollständigkeit halber sind in Abb. 49 bis 54 für jede der betrachteten drei Bauweisen auch noch Einschnitts-Querschnitte unter Beachtung der in der früheren Arbeit gefundenen Abmessungen entworfen und dargestellt.

Abb. 49 und 50 geben Querschnitte für Querschwellenbau mit weiter Schwellenlage (10 Schwellen auf die Schienenlänge), in denen die Bettung am Schwellenkopf 0,20 m höher angenommen ist, als das Lichtmafs zwischen den Schwellen. Letzteres beträgt 0,67 m, sodafs die Bettungshöhe 0,87 m an den Schwellenenden und, zur Erzielung des nöthigen Gefälles der Einschnittssohle, in der Mitte 0,94 m sein mufs. Bei sehr nassen Einschnitten wird man auf die Sohle derselben ein hinreichend starkes Entwässerungsrohr legen und kann dahin durch Stichrohre das Wasser der Seitengräben abführen. Diese Sohlenrohre müssen seitlich mit Schlitzen versehen sein, um dadurch das Sammel- und Grundwasser zum Abflufs zu bringen. Die Einschnittsbreite ist in Höhe von Schienen-Oberkante zu 8,6 m angenommen; dieselbe genügt, um auch gröfsere Seitengräben in seitheriger Weise anzuordnen (linke Seite Abb. 49). Bei zweigeleisiger Strecke richtet sich die Bettungshöhe in der Mitte nach der Entfernung der Schwellenköpfe der benachbarten Geleise. Diese ist bei 3,5 m Geleisabstand = 1 m, sodafs die Bettungshöhe = 1,20 m zu nehmen ist. Unter den äufseren Schwellenköpfen ist wieder 0,87 m Höhe gewählt; danach gestaltet sich der Querschnitt, wie Abb. 50 zeigt. Jenachdem man den Graben tiefer oder die äufsere Berme breiter nehmen will, entstehen Querschnitte, wie sie links oder rechts dargestellt sind. Der Sohlencanal zwischen den Geleisen, sowie die seitlichen Zuführungen schliefsen sich dem Ganzen passend an. In den ersteren können nach Bedarf Einfallschächte eingebaut und bis zur Krone der Bettung hochgeführt werden. Abb. 51 und 52 zeigen Querschnitte für Schwellen von 2,70 m Länge mit enger Schwellenlage und dementsprechend geringerer Bettungshöhe.

Abb. 53 und 54 endlich stellen Querschnitte für Langschwellen-Geleise dar.

Die Bettungshöhen sind gemäfs den früherer Ergebnissen zu 1,50 m bei eingeleisigen und 2 m bei zweigeleisigen Strecken gewählt und deren obere Breiten zur Bildung eines ausreichenden Widerlagers für die Langschwellen = 2,80 bezw. 3 m angenommen. Diese Verbreiterung bedingt den Fortfall der Berme aufserhalb der Gräben, wenn anders man nicht die Einschnitte über das Mafs von 4,30 m vom Mitte Geleis vergröfsern will.

Am Schlusse dieser ursprünglich nur zur näheren Prüfung des Langschwellenbaues begonnenen Arbeit spreche ich die Hoffnung aus, dafs es mir gelungen sein möge, sowohl die Freunde dieser Bauweise, wie auch deren Gegner davon zu überzeugen, dafs die Mängel, welche ihr bei der seitherigen Gestalt des Planums und der Bettung noch anhafteten, durch geeignete Mafsnahmen beseitigt werden können. Es erschien nothwendig, alle diese Mängel zunächst aufzudecken und die Ursachen derselben möglichst eingehend zu ergründen, um dann Vorschläge für deren endgültige Beseitigung machen zu können.

Wenn ich auch zugebe, dafs bei einzelnen der üblichen Oberbausysteme an sich noch Mängel vorhanden sind, so dürften dieselben doch nicht so erheblich sein, um nach der Umgestaltung des Bettungskörpers deren erfolgreiche Anwendung für Hauptbahnen mit schnellen Zügen und starkem Verkehr auszuschliefsen. Mehr wie zuvor halte ich den eisernen Langschwellenbau bei gleichschweren Schienen und entsprechend gewählten Langschwellen für ebenso leistungs- und lebensfähig,

wie den Oberbau mit Querschwellen, selbst nach englischer Bauweise.

Vielleicht ist manchem Freunde der Langschwellen beim Durchlesen des Berichtes des Herrn Professors Göring in Nr. 14 u. 15 des Centralblattes der Bauverwaltung Jahrg. 1890 über den englischen Querschwellenbau weh ums Herz geworden, vielleicht hat mancher sich gesagt, dafs angesichts der von Herrn Göring in beredter und treffender Weise vorgeführten Vortheile der englischen Bauweise der Langschwellenbau nicht mehr lebensfähig sei und er es daher aufgeben müsse, auf Hauptbahnen mit den Querschwellen erfolgreich in die Schranken zu treten. Umsomehr hoffe ich, dafs es mir gelungen sein möge, durch die gemachten Vorschläge die hauptsächlichsten Bedenken gegen den Langschwellenbau zu beseitigen. Sehr wünschenswerth würde es sein, wenn an geeigneten Stellen den Vorschlägen gemäfs Versuche angestellt und über das Ergebnifs s. Z. in den Fachblättern Mittheilungen gemacht würden.

Sorau, im Mai 1890. E. Schubert.

---

# Die Hauptbahnhofs-Anlagen in Frankfurt a. M.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 19 bis 32 im Atlas.)



## I. Vorgeschichte des Baues bis zur Feststellung des Entwurfes im Jahre 1879.

### A. Einleitung.

#### 1. Die ehemaligen Westbahnhöfe.

Die im Westen der Stadt Frankfurt a. M. zur Ausführung gekommene, am 18. August 1888 dem Betrieb übergebene neue Bahnhofsanlage (vergl. Blatt 19 u. 20) bildet den Ersatz für die bisher an dieser Seite der Stadt benutzten drei Einzelbahnhöfe, welche nunmehr beseitigt sind und deren Gelände der Stadterweiterung dienen wird. Sie wurden in einer Zeit (1839 bis 1842) erbaut, wo sowohl der Personen-, als auch der Güterverkehr, erst in den Anfängen ihrer Entwicklung begriffen, sich in den bescheidensten Grenzen bewegten. Demgemäfs zeigen die auf Blatt 21 mit ihrem Lageplan dargestellten ehemaligen Westbahnhöfe aufserordentlich beschränkte Verhältnisse. Der älteste dieser Bahnhöfe war der sogenannte Taunusbahnhof für die 1839 zunächst bis Höchst eröffnete Linie Frankfurt a. M.-Wiesbaden. Durch die Eröffnung der Zweigbahn Höchst-Soden (1847) und der Strecke Wiesbaden-Rüdesheim (1854), sowie der nassauischen Staatsbahn wuchs der Verkehr ganz erheblich, sodafs die Bahn im Jahre 1858 ein zweites Geleis erhielt und das noch vorhandene Bahnhofsgelände zur Herstellung von weiteren Geleisanlagen und Güterschuppen verwendet werden mufste. — Südlich vom Taunusbahnhof, mit dem Empfangsgebäude die Gutleutstrafse berührend, wurde sodann der Bahnhof der von der freien Stadt Frankfurt a. M., den Regierungen von Baden und Hessen zunächst eingeleisig erbauten, 1846 eröffneten, später (1861) zweigeleisig ausgebauten Main-Neckar-Eisenbahn von Frankfurt a. M. nach Heidelberg errichtet. Der Bahnhof lag mit seiner Schienen-Oberkante etwa 2,3 m über dem anliegenden Gelände. Nach und nach nahm derselbe aushülfsweise den Verkehr der Hessischen Ludwigsbahn nach Mainz (1863), später auch den der Linie nach Mannheim, ferner nach 1868 die über den Ostbahnhof und die Verbindungsbahn eingeführten Schnellzüge der Hanau-Bebraer-Bahn und 1874 die Züge der Frankfurt-Bebraer-Bahn auf. — Der nördlich vom Taunusbahnhofe gelegene Bahnhof der Main-Weserbahn von Frankfurt a. M. nach Cassel war der jüngste der drei Westbahnhöfe. Im Jahre 1850 wurde die den Vorort Bockenheim berührende, von den Staaten Hessen-Cassel, Hessen-Darmstadt und Frankfurt a. M. erbaute Linie bis Friedberg, 1852 bis Cassel eröffnet, sodann 1860 die von einer Actiengesellschaft erbaute Homburger Bahn, welche 1874 auch die in Rödelheim abzweigende Linie nach Cronberg im Taunus aufnahm, in den Main-Weserbahnhof eingeführt.

#### 2. Verbindung der Westbahnhöfe mit den übrigen Frankfurter Bahnhöfen.

(Vergl. Abbildung 3 und Blatt 19 und 20.)

Mit den Westbahnhöfen war durch die 1859 eröffnete, im städtischen Besitze befindliche, seit 1863 von der Hessischen Ludwigsbahn betriebene städtische Verbindungsbahn, welche am Mainkai durch den Zollhof führt, der sogenannte Ost- oder Hanauer Bahnhof verbunden. Dieser nahm zunächst die Linie nach Aschaffenburg und später die Bahn nach Limburg auf. Die 1848 eröffnete, von einer Gesellschaft erbaute Hanau-Aschaffenburger-Bahn war am 27. December 1862 von der Hessischen Ludwigsbahn käuflich bezw. pachtweise erworben worden, während die über Höchst nach Limburg führende Linie 1880 für den Personenverkehr eröffnet wurde.

Der für den Ortsverkehr bestimmte sogenannte Localbahnhof Sachsenhausen der von der freien Stadt Frankfurt und dem Staate Hessen-Darmstadt erbauten, 1848 eröffneten Linie nach Offenbach stand seit 1849 mit dem Main-Neckar-Bahnhofe in Verbindung. Diese Verbindung wurde 1875 nach Eröffnung der neuen Linie Bebra-Hanau-Offenbach-Frankfurt a. M. (mit einem besonderen Bahnhofe in Sachsenhausen) verlassen und die neue Linie unter Vermeidung von Kreuzungen in Schienenhöhe an der sogenannten Mainspitze in die Main-Neckarbahn und über die der letzteren gehörige Brücke in den Main-Neckar-Bahnhof eingeführt.

Durch den gleichzeitig hergestellten Anschlufs nach dem Bahnhof Louisa der Main-Neckar-Bahn wurden die Westbahnhöfe von dem dorthin übergehenden Durchgangsverkehr entlastet. Dieselbe Wirkung für den immer schwieriger werdenden Betrieb der Westbahnhöfe hatte die Ausführung besonderer Anlagen für den Güterverkehr der Frankfurt-Bebraer-Bahn in Sachsenhausen.

In den neuen Bahnhof Sachsenhausen wurde 1876 auch die Linie der Hessischen Ludwigsbahn nach Mannheim und Mainz eingeführt und damit eine unmittelbare Verbindung der rechts- und linksmainischen hessischen Linien mit der Frankfurt-Bebraer-Bahn geschaffen.

### 3. Verkehrszunahme. Unzulänglichkeit der Westbahnhöfe.

Um eine Vorstellung von der Steigerung des in Betracht kommenden Verkehrs zu gewinnen, mufs man sich die Zahlen der nachstehenden Tabelle vergegenwärtigen:

| Bahnlinien | Jahr | Zahl der auf der ganzen Linie beförderten Personen | Gewicht der auf der ganzen Linie beförderten Güter-Ctr. |
|---|---|---|---|
| Taunusbahn | 1842 | 809 012 | 33 110 |
| | 1863 | 1 118 456 | 1 554 402 |
| Main-Neckarbahn | 1847 | 770 231 | 120 853 |
| | 1862 | 1 016 576 | 3 893 128 |
| Main-Weserbahn | 1853 | 634 555 | 2 066 412 |
| | 1864 | 837 104 | 6 584 683 |

Auf den Westbahnhöfen zusammen gingen überhaupt ein und aus an Gütern:

1851 742 759 Ctr. 1876 rund 24 000 000 Ctr.
1863 11 137 105 Ctr. 1882 rund 30 000 000 Ctr.,

während der Gesamtpersonenverkehr von 1863 bis 1882 von 1 346 701 auf über 5 Millionen Reisende stieg.

Die Bevölkerungszahl Frankfurts wuchs in immer stärkerem Mafse. Sie betrug:

1840 59 900 (mit Bornheim) 1880 136 831 (mit Bornheim)
1867 83 507 „ 1888 158 435 „

Während so der Eisenbahnverkehr Frankfurts und dessen Ausdehnung von Jahr zu Jahr zunahm und neue Linien diesem in handelspolitischer Beziehung so wichtigen Mittelpunkte Südwest-Deutschlands zugeführt wurden, konnten die bestehenden Bahnhofsanlagen, eingeschnürt durch ein allmählich entstandenes Stadtviertel, in einer dem Bedürfnifs entsprechenden Weise weder erweitert noch auch genügend entlastet werden. Das Gelände der Westbahnhöfe hatte von den städtischen Anlagen bis zu der im Westen die Bahnhöfe begrenzenden Verbindungsbahn eine Längenausdehnung von rund 600 m bei einer Breite von 250 bis 500 m. Für den damaligen Verkehr war das Bahnhofsgebiet ausreichend bemessen. Bei dem in der Folge sich stets steigernden Verkehre suchte jede der drei Bahnverwaltungen auf ihrem Grund und Boden diejenigen Bahnanlagen zu errichten, welche zur Bewältigung desselben erforderlich waren. Neben den Empfangsgebäuden enstanden Ladehallen für den Stückgutverkehr, Schuppen für Locomotiven und Wagen, endlich gröfsere Werkstättenanlagen und Beamtenwohnungen. Zwischen diesen Baulichkeiten wurden die Geleise zum Aufstellen und Verschieben der Güterzüge, die Freiladegeleise für den Massenverkehr, die Uebergabegeleise und endlich die Geleise zur Zusammenstellung und Abfertigung der Personenzüge eingeschoben. Dies geschah ohne Rücksichtnahme auf die Nachbarbahnen, wie es die Gebäude und der vorhandene Platz zuliefsen, sodafs ein nach technischer und wirthschaftlicher Richtung zweckmäfsiger und ungefährlicher Betrieb nicht durchzuführen war und bei dem Abfertigungsdienst im Güterverkehr täglich unliebsame Schwierigkeiten für den Handelsstand und die Bahnbeamten entstanden. Die Uebergabe durchgehender Güterwagen von einer Bahn auf die andere konnte nur unter grofsem Zeitverlust und mit Störung des eigenen Betriebes jeder einzelnen Verwaltung erfolgen, eine regelmäfsige Uebergabe daher nur bei schwachem Verkehre verbürgt werden. Die Durchführung von Personenzügen und im Mobilmachungsfalle von Militärzügen stiefs auf bedeutende Schwierigkeiten. Verbandszüge waren nur mit grofsem Zeitverlust und unregelmäfsig durchzubringen. Hieraus erwuchs auch den an dem Verkehr von den deutschen Seehäfen nach Süddeutschland betheiligten Staats- und Privatbahnen eine nicht unerhebliche Schädigung, die bei dem Wettbewerb der rheinischen Linie noch empfindlicher zu werden drohte, wenn der Uebergang über den Main durch einen Umbau der Frankfurter Bahnhöfe nicht freier gestaltet wurde. Die mifslichen Verhältnisse, unter denen der Personenverkehr bei der getrennten Lage der Bahnhöfe, bei den beschränkten und mit Pack- und Postkarren überfüllten Bahnsteigen, den unzureichenden Räumen für die Fahrkartenausgabe und Gepäckabfertigung, sowie den engen Warte- und Speisesälen zu leiden hatte, sind allgemein bekannt und bildeten den Gegenstand ständiger Klagen.

### 4. Vorgeschichte der Umgestaltung der Frankfurter Westbahnhöfe.

Den Anstofs zu einer Umgestaltung oder wenigstens zu einer Erweiterung der Westbahnhöfe gab der Bau der Bahn von Mainz nach Frankfurt a. M. seitens der Hessischen Ludwigs-Eisenbahn-Gesellschaft. Mit den Vorarbeiten zu dieser Linie wurde im Sommer 1858 begonnen. Im Jahre 1860 stellte der Oberingenieur der Hessischen Ludwigsbahn, Geheimer Baurath Kramer, den Entwurf zu einem bis an den Rofsmarkt vorgeschobenen Hauptbahnhof auf. Der Plan zeigt ein ⊔ förmiges Empfangsgebäude mit einer vier Gruppen bildenden Geleiseanordnung. Die Güterbahnhöfe sollten mit Hinzutreten der Anlage für die Hessische Ludwigsbahn auf dem Gelände der Westbahnhöfe verbleiben. Die dermalige geringe Ausdehnung der Stadt liefs die gedachte Vorschiebung des Empfangsgebäudes ohne zu grofse Grunderwerbsschwierigkeiten noch möglich erscheinen. Da die Ausführung dieses Entwurfes aber trotzdem auf Hindernisse stiefs, so wurde zunächst der Versuch gemacht, die Einführung der neuen Strecke in die Main-Neckarbahn nach der in beistehender Abbildung 1 mit I bezeichneten Linie zu

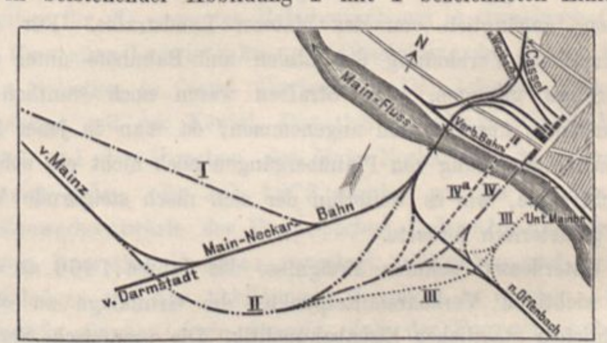



Abb. 1. Entwürfe zur Einführung der Linien Mainz-Frankfurt in die Westbahnhöfe in Frankfurt a. M.

erreichen. Der Einführung nach Linie II stellten sich zu grofse Hindernisse entgegen. Die Absicht, den Bahnhof auf der linken Mainseite (Linie III) in der Verlängerung der geplanten Untermainbrücke anzulegen, fand die Zustimmung der Frankfurter Regierung nicht, die Gesellschaft erhielt vielmehr 1862 die Bauerlaubnifs auf Frankfurter Gebiet nur unter der Bedingung, dafs der Personenbahnhof rechtsmainisch, der Güterbahnhof linksmainisch (nach Linie IV) angelegt und eine unmittelbare Verbindung der neuen Linie mit der Offenbach-Frankfurter-Bahn hergestellt würde. Eine vorläufige Einmündung in die Offenbacher Bahn und Mitbenutzung des Main-Neckar-Bahnhofes während des Baues wurde genehmigt. Für den Fall,

dafs der Entwurf bei der Ausführung hinsichtlich des Grunderwerbs auf Schwierigkeiten stofsen würde, war eine Verlegung des Bahnhofes mainabwärts (nach Linie IV[a]) in Aussicht genommen. Der Entwurf kam mit Rücksicht auf die Kostspieligkeit der ganzen Anlage nicht zur Ausführung. Am 15. Mai 1865 traf die Ludwigsbahn mit der Main-Neckarbahn ein Abkommen, wonach ihr bis zum Jahre 1887 die Mitbenutzung der letzteren von dem Einmündungspunkt der Offenbacher Bahn bis in den Bahnhof gestattet wurde; gleichzeitig liefs sie durch den Geheimen Baurath Kramer einen Entwurf für einen Haupt-Personenbahnhof ausarbeiten, der in Abbildung 2 in den Hauptzügen dargestellt ist. Die Geleiseanordnung in diesem Entwurf bildet vier Gruppen.

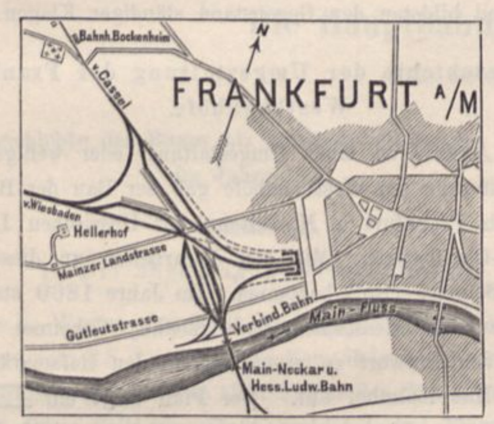



Abb. 2. Kramerscher Entwurf zu einem Hauptbahnhofe in Frankfurt a. M. aus dem Jahre 1865.

Die Güterbahnhöfe sind von dem gemeinschaftlichen Personenbahnhof getrennt und für jede einzelne Verwaltung besonders angeordnet. Diejenigen der Main-Neckar- und Hessischen Ludwigsbahn — Kopfanlagen — sind in Verlängerung der Main-Neckar-Brücke hinter die Verbindungsbahn gelegt, die Güterbahnhöfe der Main-Weser- und Taunusbahn dagegen liegen neben den zugehörigen Personengeleisen in dem Zwickel beider Bahnen, zugänglich von der Mainzer Landstrafse. Für eine zweckmäfsige Verbindung der Linien und Bahnhöfe unter sich war Sorge getragen. Die Strafsen waren noch sämtlich in Schienenhöhe überzuführen angenommen, da man in jener Zeit auf eine Vermeidung von Planübergängen noch nicht ein solches Gewicht legte, wie es weiterhin der sich rasch steigernde Verkehr gebieterisch forderte.

Unterdessen schufen Ereignisse des Jahres 1866 an diesem wichtigen Verkehrsmittelpunkte die Grundlage zu einer gedeihlichen staatlichen Eisenbahnpolitik. Die preufsische Staatsregierung behielt nach Einverleibung der Provinz Hessen-Nassau und der Stadt Frankfurt a. M. in die Monarchie die Verbesserung der Frankfurter Eisenbahn-Verhältnisse unausgesetzt im Auge. Der vorerwähnte Kramersche Entwurf zu einem Hauptbahnhofe lag dem Handelsministerium vor, ohne dafs es zunächst thunlich erschien, diese Angelegenheit unmittelbar weiter zu verfolgen.

Nachdem die Bebra-Hanauer-Bahn in preufsischen Besitz gelangt war, erwarb die Staatsregierung in der Erkenntnifs, dafs das Staatsbahnnetz ohne tiefgehende Verletzung der Verkehrsrücksichten nicht wenige Meilen vor dem bedeutendsten Handelsplatze Südwestdeutschlands abschliefsen dürfe, im Jahre 1868 den hessischen Antheil an der Offenbach-Frankfurter-Bahn. Durch den Recefs über die Auseinandersetzung zwischen Staat und Stadtgemeinde Frankfurt vom 26. Februar 1869 wurde der andere, der vormals freien Stadt Frankfurt gehörige Antheil als Eigenthum des preufsischen Staates anerkannt. Die Regierung entschlofs sich sodann zum Ausbau der linksmainische Linie Hanau-Offenbach-Sachsenhausen-Frankfurt a. M.

Nachdem auch der früher kurhessische und der Frankfurter Antheil der Main-Weserbahn dem preufsischen Staate zugefallen war, hatten Verhandlungen mit der hessischen Regierung wegen des Erwerbs ihres Antheils zunächst den Uebergang der Verwaltung und des Betriebes an Preufsen zur Folge. Am 20. Juli 1868 wurde die Königliche Direction der Main-Weserbahn in Cassel eingesetzt.

Die zwingende Nothwendigkeit, die in preufsische Verwaltung übergegangene nassauische Staatsbahn mit der Main-Weser- und der Bebra-Frankfurter-Bahn in unmittelbare Verbindung zu bringen, die Vielköpfigkeit der Eisenbahn-Verwaltungen auf dem rechten Rheinufer zu vermindern, sowie der unabweisbare Umbau der Frankfurter Bahnhöfe veranlafsten die Königliche Staatsregierung, den Erwerb der Taunusbahn alsbald ins Auge zu fassen. Die Verhandlungen wurden jedoch durch den Krieg von 1870 unterbrochen. Gerade damals aber erschien die Unhaltbarkeit der Frankfurter Bahnhofsverhältnisse in ihrem grellsten Lichte. Kein anderer Bahnhof in ganz Deutschland hatte während des Krieges solche Schwierigkeiten und Störungen verursacht, sodafs die Regierung sich genöthigt sah, schon von aufsichtswegen auf eine endgültige Lösung der Frage zu dringen. Aber auch im Handelsstande Frankfurts selbst machten sich die unhaltbaren Bahnhofsverhältnisse unliebsam fühlbar. Verzögerungen im Entladegeschäft aus Mangel an Platz zum Aufstellen der Wagen waren nicht selten. Das Warengeschäft Frankfurts, früher in grofser Blüthe, ging bei der Unmöglichkeit der Einhaltung von Lieferungsterminen von Jahr zu Jahr zurück. Die Schienenkreuzungen der Mainzer Land- und Gutleutstrafse erschwerten nicht nur das Verschubgeschäft in hohem Grade, sondern belästigten auch den sich immer mehr entwickelnden städtischen Verkehr aufserordentlich. Ohnedies hatte die Stadt Frankfurt schwer mit dem Wettbewerb benachbarter Handelsplätze, wie Mannheim und Mainz, zu kämpfen. Die Entwicklung von Handel und Industrie und damit die Stellung Frankfurts als Führerin Südwestdeutschlands war in Frage gestellt.

Seitens der Regierung war man der Ansicht, dafs ein Versuch der Erweiterung bei Erhaltung der bestehenden Bahnhofsanlagen den dermaligen Zustand nur verschlechtert und den Handel Frankfurts ganz lahm gelegt hätte. Hier mufsten ganz neue Verhältnisse geschaffen werden, welche der zukünftigen Bedeutung und Gröfse Frankfurts entsprachen. Auch die von der Hessischen Ludwigsbahn geplante Erbauung der Linien nach Mannheim und Limburg machte eine Lösung der Bahnhofsfrage noch dringender. Ein Umbau der Westbahnhöfe konnte jedoch ohne Zustimmung der Taunusbahn nicht erfolgen. Diese war aber nicht zu erwarten, da die Anlage eines Hauptbahnhofes sehr bedeutende Mittel erforderte und das Unternehmen für die Taunusbahn verhältnifsmäfsig geringen Vortheil bot. Deshalb nahm die Staatsregierung nach dem Kriege die Verhandlungen wegen des Erwerbs der Taunusbahn wieder auf. Dieselben führten jedoch zu keinem Ergebnifs, vielmehr schlofs die Taunusbahn-Gesellschaft am 14. November 1871 einen Fusionsvertrag mit der Hessischen Ludwigsbahn-Gesellschaft ab, durch welchen die Taunusbahn in das Eigenthum der Ludwigsbahn überging und

letztere sich die Einführung ihrer Linien in die Westbahnhöfe sicherte.

Ein bedeutsamer Schritt auf dem Wege zur Erbauung eines Hauptbahnhofes geschah am 10. December 1871 durch die mit dem Verwaltungsrath der Hessischen Ludwigsbahn im Handelsministerium in Berlin getroffene Vereinbarung von Grundzügen für die Aufstellung eines Entwurfes zur Umgestaltung der Bahnhofsanlagen bei Frankfurt a. M. Nach diesen Grundzügen sollte ein gemeinschaftlicher Personenbahnhof an der Stelle der damaligen drei Personenbahnhöfe als Kopfanlage erbaut, für den Güterverkehr dagegen für jede der betheiligten Verwaltungen ein besonderer Güterbahnhof angelegt werden. Als Anhalt für die Ausarbeitung dieses Entwurfes zu dem Personenbahnhofe wurde festgesetzt, dafs sämtliche Personengeleise der betheiligten Verwaltungen in eine gemeinschaftliche Halle, und zwar getrennt in fünf verschiedene Geleisegruppen, einzuführen seien. Von diesen sollten drei Gruppen für die Staatsbahnen (Main-Weser-, Main-Neckar-, Bebra-Hanau-Offenbach-Frankfurter- und Taunusbahn) und für die Homburger Bahn, zwei dagegen für die Linien der Hessischen Ludwigsbahn (nach Mainz, Mannheim und Limburg) bestimmt werden. Die verschiedenen Linien sollten ohne Kreuzung in Schienenhöhe so in den Personenbahnhof eingeführt werden, dafs sowohl die drei Geleisegruppen der Staatsbahnen, als auch die beiden Gruppen der Hessischen Ludwigsbahn nebeneinander zu liegen kämen. Für jede der drei Geleisegruppen waren fünf Geleise mit einem eingeschobenen Nebenbahnsteig vorgesehen. Die Entfernung der diesen Nebensteigen zunächst liegenden Geleise sollte mindestens 6 m, die Breite des Hauptsteiges dagegen mindestens 10 m betragen. Auf möglichst zweckmäfsige Verbindung der Güterbahnhöfe untereinander sollte Bedacht genommen und besonders dafür gesorgt werden, dafs eine Ueberführung ganzer Züge von einer Bahn auf die andere ohne wesentliche Betriebsstörung auf den Güterbahnhöfen erfolgen könne.

Der oben erwähnte Fusionsvertrag zwischen Ludwigs- und Taunusbahn erhielt die Genehmigung nicht, es ging vielmehr die Staatsregierung auf den nach Lage der Dinge nur erwünschten Vorschlag ein, die von der Hessischen Ludwigsbahn erworbene Taunusbahn zum gleichen Preise, für den sie angekauft war, in das Eigenthum des preufsischen Staates übergehen zu lassen. Die dieserhalb gepflogenen Verhandlungen führten zum Abschlufs des Vertrages vom 26/29. Januar 1872 über den Erwerb der Taunusbahn durch den Staat.

Durch diesen für die weitere Entwicklung der Hauptbahnhofsangelegenheit wichtigen und grundlegenden Vertrag erhielt die Hessische Ludwigsbahn die Bauerlaubnifs für die Linie von Frankfurt nach Limburg und Wiesbaden, sowie zur Herstellung einer Verbindungsbahn von Wiesbaden mittels einer festen Rheinbrücke nach Mainz und zur Verbindung der linksmainischen Strecke mit der Frankfurt-Bebraer-Bahn in Sachsenhausen; ferner zum Erwerb der städtischen Verbindungsbahn in Frankfurt a. M. oder zur Führung der Frankfurt-Hanauer-Bahn mittels einer festen, oberhalb Frankfurts zu erbauenden Brücke über den Main und zur Verbindung dieser Linie auf dem linken Flufsufer mit der Strecke Mainz-Frankfurt. Die letztgenannte Verbindung wurde infolge des Hauptbahnhofsbaues nicht ausgeführt.

Im § 8 des erwähnten Vertrages wurde die Herstellung eines gemeinschaftlichen Personenbahnhofes beschlossen. Die Entwürfe zu diesem sowie zu den zugehörigen Güterbahnhöfen sollten nach den oben angeführten Grundzügen durch ein in Frankfurt zu errichtendes gemeinschaftliches Bureau bearbeitet werden, die endgültige Festsetzung derselben aber durch die Königlich preufsische Regierung erfolgen. Die Vertheilung der Kosten des gemeinschaftlichen Bahnhofes sollte im Verhältnifs des Raumes geschehen, welcher jedem Theile nach Mafsgabe des festgestellten Entwurfes überwiesen würde. Ferner wurden in diesem Vertrage Abmachungen mit der Ludwigsbahn über den zu dem gemeinschaftlichen Personenbahnhofe erforderlichen Grund und Boden getroffen. Der Grunderwerb für die nicht gemeinschaftlichen Anlagen, insbesondere die Güterbahnhöfe, wurde jedem Theil für sich überlassen.

Durch § 1 des Gesetzes vom 3. Mai 1872 wurde sodann der Handelsminister ermächtigt, für Rechnung des Staates von der Hessischen Ludwigsbahn die Taunusbahn käuflich zu übernehmen, gemäfs § 8 des genannten Vertrages die Westbahnhöfe umzubauen und daselbst mit der Hessischen Ludwigsbahn einen gemeinschaftlichen Personenbahnhof herzustellen. § 2 dieses Gesetzes bestimmt, dafs zur Deckung der zur Zeit noch nicht zu übersehenden Kosten des Umbaues die nach dem Vertrage mit der Ludwigsbahn zu zahlende Entschädigungssumme für den zu dem gemeinschaftlichen Bahnhofe erforderlichen Grund und Boden und der Erlös aus etwa entbehrlich werdenden Ländereien verwendet werde.

## B. Entwicklung der Entwurfs- und Vor-Arbeiten bis zur Feststellung des endgültigen Planes eines Hauptbahnhofes 1872—1879.

### 1. Die ersten Wettbewerbs-Entwürfe von Lehwald und Kramer.

Kurz nach Abschlufs des vorerwähnten Vertrages, am 1. Februar 1872, wurde dem mit der Leitung des Baues der Hanau-Offenbacher Bahn betrauten Königlichen Eisenbahn-Bauinspector Lehwald in Sachsenhausen die Leitung der Entwurfsarbeiten für die gesamten Bahnhofsanlagen in Gemeinschaft mit der Hessischen Ludwigsbahn unter Oberleitung der Königl. Eisenbahn-Direction in Cassel übertragen. Die Arbeiten sollten im Benehmen mit der Königl. Direction der Main-Weserbahn in Cassel und der Direction der Main-Neckarbahn in Darmstadt vor sich gehen. Im Juli 1872 wurden von der ersteren zwei Wettbewerbsentwürfe des Bauinspectors Lehwald und des Geheimen Bauraths Kramer vorgelegt. Dieselben sind in ihren Grundzügen aus den Abbildungen 3 und 4 zu ersehen. Beide Entwürfe stimmen darin überein, dafs der Personenbahnhof an Stelle der bestehenden Westbahnhöfe liegt und zur Ermöglichung eines leichten Uebergangsverkehrs, — einer Forderung der mitgetheilten Grundzüge — die drei Staatsbahnen nebeneinander südlich nach der Gutleutstrafse hin und die Linien der Hessischen Ludwigsbahn ebenfalls nebeneinander nördlich nach der Taunusstrafse hin, und zwar die Personengeleise der Ludwigsbahnlinien über die der Staatsbahnen hinweg in den Personenbahnhof eingeführt sind, sodafs zum Bahnhofe hin letztere ansteigen, erstere fallen. Das Verbindungsgeleis zwischen Main-Neckarbahn und den Güterbahnhöfen der Staatsbahnen ist gleichfalls unter den Personengeleisen der Ludwigsbahn durchgeführt.

Während die Hessische Ludwigsbahn die Anlage nur je eines Güterbahnhofes für die Staatsbahnen und die eigene Verwaltung angestrebt hatte, sieht der Lehwaldsche Entwurf, um

eine Kreuzung von Hauptfahrgeleisen durch Güterzüge zu vermeiden, für jede einzelne Bahnverwaltung besondere Güterbahnhöfe vor, deren Verbindungsbahnen sich zu Schleifen ausbilden, von denen aus fast in allen Fällen ein unmittelbares Einfahren in die Spitze der Bahnhöfe ermöglicht wird. Auch einige unmittelbare Linienverbindungen sind eingelegt, und Weichenverbindungen in den Hauptgeleisen ermöglichen in Ausnahmefällen den unmittelbaren Uebergang von Zügen.

Die hessische Linie nach Mainz überschreitet nach beiden Entwürfen den Main mittels einer westlich von Niederrad zu erbauenden Brücke, während die Main-Neckar-Bahn, ihre bestehende Mainbrücke gleichzeitig mit der Frankfurt-Bebraer-Bahn benutzend, als südlichste in den Personenbahnhof einmündet. Die Taunusbahn zweigt in beiden Entwürfen bei Hof Rebstock nach Norden ab, und vereinigt sich mit der Homburger Linie. — In dem Kramerschen Entwurfe mufste nun eine Ueberführung

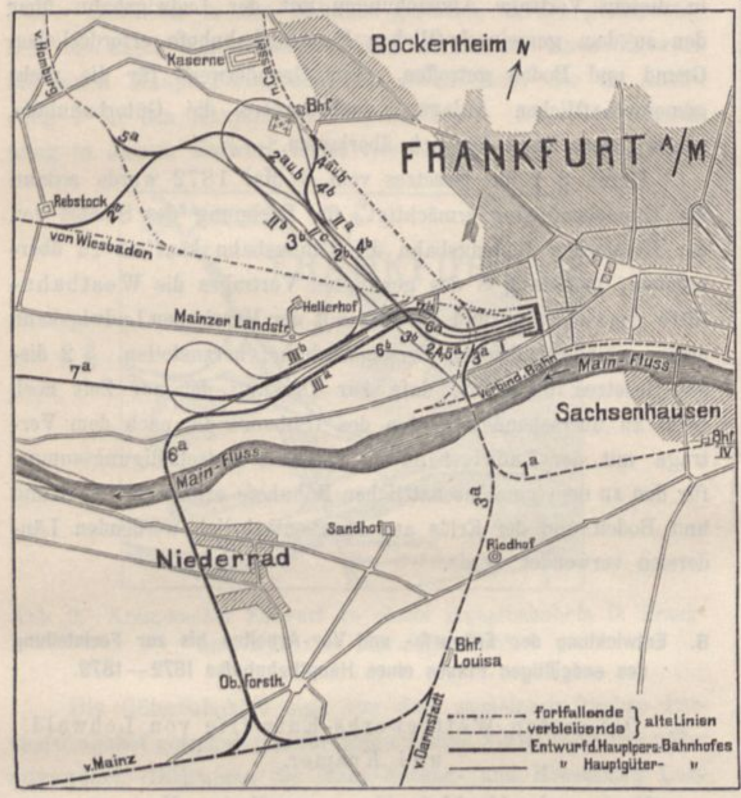



Abb. 3. Lehwaldscher Entwurf 1872.

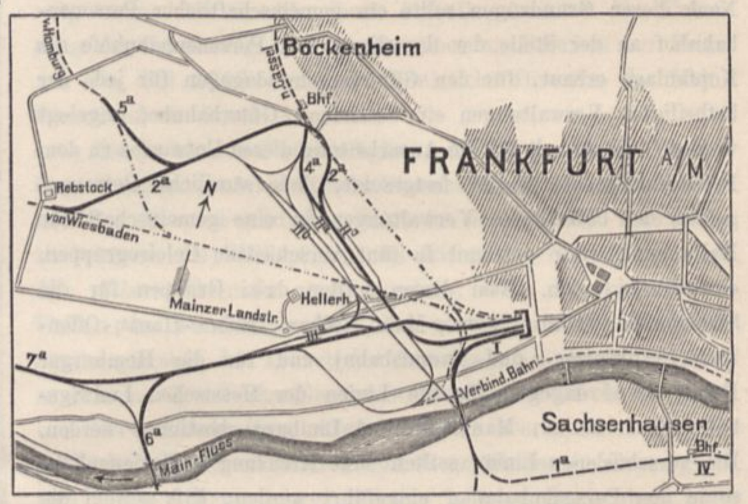



Abb. 4. Kramerscher Entwurf 1872.

In Abb. 2 bis 5 bedeuten:

1 Frankfurt-Bebraer Bahn. 2 Taunus-Bahn. 3 Main-Neckar-Bahn.
4 Main-Weser-Bahn. 5 Homburger Bahn. 6 Hessische Ludwigs-Bahn.
7 Lahn-Bahn. a Personengeleise. b Gütergeleise.
I Hauptpersonen-Bahnhof.
IIa Güterbahnhof der Main-Weser-Bahn.
IIb Güterbahnhof der Main-Neckar-Bahn.
IIc Güterbahnhof der Taunus-Bahn.
IIIa Güterbahnhof der Hessischen Ludwigs-Bahn.
IIIb Güterbahnhof der Lahn-Bahn.
IV Offenbacher Localbahnhof (alt).
V Bebraer Bahnhof (neu).

dieser vereinigten Bahnen über die Main-Weserbahn stattfinden, sodafs die Taunusbahn in den Personenbahnhof nördlich von der Main-Weserbahn zu liegen kam, während im Lehwaldschen Entwurfe letztere auf der Nordseite der Taunusbahn bleiben konnte. Auch war im ersteren Entwurfe der unmittelbare Zugübergang von der Ludwigsbahn und Taunusbahn auf die Main-Weserbahn möglich gemacht, was in dem Lehwaldschen Vorschlage nur durch Umsetzen geschehen konnte. Nach Kramers Plan ist ferner die städtische Verbindungsbahn an die Hessische Ludwigsbahn angeschlossen. Die Mainzer Landstrafse ist in beiden Fällen verlegt, gehoben und über die Geleise geführt. Von ihr zweigen sich Rampen nach den Güterbahnhöfen ab. Verschubbahnhöfe waren in beiden Entwürfen nicht vorgesehen, vielmehr war angenommen, dafs für jede einzuführende Linie auf einer Vorstation ein besonderer Verschubbahnhof angelegt werden sollte. Die fünf Geleisegruppen des Personenbahnhofes mit je fünf Geleisen sind in beiden Plänen durch Weichen und eine Dampfschiebebühne verbunden. Die Geleise an den mit einem eisernen Hallendach überdeckten Bahnsteigen laufen vor dem Kopf in grofsen Drehscheiben zusammen. Neben dem in einer kleinen Drehscheibe endigenden Ausfahrtsgeleise ist ein besonderer Gepäcksteig angenommen.

Die zu den Entwürfen gehörigen Pläne zum Empfangsgebäude zeigen beide den Grundgedanken einer gemeinschaftlichen Empfangshalle in der Mitte des Kopfbaues, links und rechts davon in gleicher Anordnung die Warte- und Speiseräume für die Staats- und die Hessische Ludwigsbahn. Der Lehwaldsche Entwurf nimmt eine einzige geräumige Vorhalle mit der eingebauten Fahrkartenausgabe und Gepäckabfertigung an, während im Kramerschen Grundrifs diese Halle mit einem Flur umgeben ist, von welchem man mit Umgehung der Halle zu den Wartesälen gelangt. An beiden Enden des Kopfsteiges sind Ausgänge für ankommende Reisende mit der Gepäckausgabe vorgesehen; auch in der Mitte befindet sich ein Durchgang zu der Fahrkartenausgabe und Gepäckabfertigung. Der Lehwaldsche Entwurf dagegen zeigt im Kopfbau vier Durchgänge für diesen Zweck. Der südliche Seitenflügel enthält in beiden Vorlagen die Räumlichkeiten für die Allerhöchsten Herrschaften, die Verwaltung und die Eilgutannahme, die nördlichen Diensträume und die Post.

Ein Ministerialbescheid vom 8. October 1872 giebt dem Entwurfe von Kramer im allgemeinen den Vorzug, besonders hinsichtlich der Anordnung des Gesamtbahnhofes, der Verbindung der Güterbahnhöfe unter einander, der Einführung der Personengeleise nach der Reihenfolge der einzelnen Bahnen und der allgemeinen Anordnung der Räume des Empfangsgebäudes. In dem Erlafs wird eine Schienenkreuzung der Hauptfahrgeleise durch Güterzüge ausgeschlossen und deshalb unter Abänderung des Kramerschen Entwurfes von dem nördlichen Ende der Hessischen Ludwigsbahnbrücke ausgehend die Abzweigung eines über die Bahn nach Limburg hochliegend hinweggeführten Gütergeleises nach dem westlichen Ende des hessischen Güterbahn-

hofes vorgeschlagen. Hierbei sei in Erwägung zu ziehen, ob nicht durch eine Verschiebung der Mainbrücke etwas mehr stromabwärts eine gröfsere Länge für den Güterbahnhof und dadurch die Möglichkeit gewonnen werde, vor dem eigentlichen Ortsgüterbahnhofe einen gröfseren Verschubbahnhof anzuordnen. Die Personengeleise der Homburger-, Taunus- und der Main-Weser-Bahn sollten thunlichst ganz aufserhalb der Güterbahnhöfe auf die Ostseite der letzteren gelegt werden, anstatt, wie im Entwurfe geschehen, durch dieselben geführt zu werden. Die Reihenfolge: [Hessische Ludwigsbahn, Homburger-, Taunus-, Main-Weser- und Main-Neckar-Bahn in der Bahnhofshalle wird als erwünscht bezeichnet. Für die Homburger Bahn seien besondere An- und Abfahrtgeleise anzulegen und die Main-Weser- und die Main-Neckarbahn vor der Halle untereinander in unmittelbare Verbindung zu bringen. Gepäckbahnsteige sollten auch neben den Ankunftgeleisen angeordnet und die Gruppengeleisezahl möglichst von fünf auf vier ermäfsigt werden. — Die kleinen Drehscheiben am Kopf der Abfahrtgeleise werden als entbehrlich bezeichnet; die grofsen Drehscheiben sollten nur zur Bewegung um eine Geleisweite eingerichtet werden, um dadurch zur Aufstellung von Gepäcktischen (nach dem Muster von Zürich) Raum zu gewinnen. Die Ausgänge in den Seitenflügeln für ankommende Reisende nach dem Kramerschen Entwurfe werden als zweckmäfsig bezeichnet; dagegen wird empfohlen, die Empfangshalle durch die ganze Tiefe des Gebäudes reichen zu lassen und neben dem vorderen Theil desselben zu beiden Seiten die Fahrkartenausgabe und im hinteren Theil der Vorhalle unter Freilassung eines breiten Durchganges zum Bahnsteig die Gepäckannahme anzuordnen. Die Gänge sollten wie in dem Entwurfe von Lehwald auf der äufseren Längsseite der zwischen den Eckthürmen und der Eingangshalle liegenden Zwischenbauten angelegt werden.

Nach diesen Gesichtspunkten wurde im Einvernehmen mit dem Oberingenieur der Hessischen Ludwigsbahn ein neuer Entwurf aufgestellt, wonach die Zahl der Geleisegruppen der besonderen Einführung der Homburger Bahn wegen sich von fünf auf sechs erhöhte.

In einer im December 1873 stattgefundenen Besprechung der betheiligten Verwaltungen einigte man sich über eine Anordnung von 12 Geleisegruppen mit zusammen 34 Geleisen, wodurch eine Gesamtbreite der Halle von 203 m bedingt wurde. Die von dem Regierungs- und Baurath Redlich zur Erleichterung des Zugüberganges von der Frankfurt-Bebraer Bahn auf die Taunusbahn, den beiden damals ausschliefslich im Besitz des preufsischen Staates befindlichen Bahnen, vorgeschlagene Linienfolge, von Süden beginnend: Taunusbahn mit Frankfurt-Bebraer, Main-Neckar-, Main-Weser-, Homburger und Hessische Ludwigsbahn, wurde angenommen. Dieser Anordnung wegen mufsten die Personengeleise der Taunus- und Main-Neckarbahn sich in genügender Entfernung von der Halle überkreuzen, und für die Main-Neckarbahn wurde der Bau einer neuen Mainbrücke erforderlich, wogegen die Frankfurt-Bebraer Bahn die bestehende Main-Neckarbrücke benutzen sollte. — Nach diesen Vereinbarungen wurde durch Lehwald eine Umarbeitung vorgenommen, in der die neue Main-Neckarbrücke etwa 400 m unterhalb der alten vorgesehen und die Frankfurt-Bebraer Bahn über die letztere in den Hauptbahnhof eingeführt war.

Mitte December 1873 wurde der Bauinspector Lehwald wegen Ueberhäufung mit anderweitigen Dienstgeschäften von der weiteren Bearbeitung des Entwurfes entbunden und diese der Königl. Direction der Main-Weser-Bahn in Cassel übertragen, welcher zu diesem Behufe Anfang April 1874 der Eisenbahn-Baumeister Hottenrott überwiesen wurde, dem in der Folge die besondere Leitung der gesamten Vorarbeiten oblag.

### 2. Der Hottenrottsche Entwurf von 1874.

Der zuletzt von Lehwald bearbeitete Entwurf wurde durch Erlafs vom 31. Januar 1874 zur Umarbeitung zurückgesandt. Es sollte geprüft werden, ob die Hanau-Offenbach-Frankfurter Eisenbahn in der von der genannten Direction vorgeschlagenen, oder in anderer zweckmäfsiger Weise mit eigenen Geleisen in den Hauptbahnhof Frankfurt eingeführt werden könne.

Der durch Hottenrott aufgestellte neue Entwurf (vergl. Abb. 5) fand in einer Besprechung der Vertreter sämtlicher betheiligten Verwaltungen am 6. Mai 1874 allgemeine Zustimmung. Dieser




Abb. 5. Hottenrottscher Entwurf. 1874.

Entwurf unterscheidet sich von den früheren Entwürfen hauptsächlich dadurch, dafs für die Staatsbahnen (einschl. Main-Neckarbahn) und die Hess. Ludwigsbahn je ein Güterbahnhof vorgesehen wurde, deren Längsachse nach dem Mittelpunkt der Stadt gerichtet war. Während bei den früheren Entwürfen die Bahnhöfe und Bahndämme sich von Bockenheim bis zum Main erstreckten und eine Erweiterung der Stadt nach dieser Seite für immer verhindert hätten, ist bei dem neuen Entwurfe die Erweiterung der Stadt zu beiden Seiten und zwischen den Bahnhöfen hindurch ermöglicht. Für die Güterbahnhöfe war eine ungehinderte Längenentwicklung gesichert, und es konnte vor den nunmehr nebeneinander liegenden Ortsgüterbahnhöfen der Staatsbahnen ein gröfserer Verschubbahnhof angelegt werden.

Aufser der Verbindung der alten Bahnlinien mit den neuen Bahnhöfen war auch noch auf eine unmittelbare Verbindung der bestehenden Bahnen unter sich mit Umgehung der Bahnhöfe für durchgehende Züge Rücksicht genommen, um in aufsergewöhn-

lichen Fällen geschlossene Züge durchführen zu können. Insbesondere wichtig erschien mit Rücksicht auf den bedeutenden Uebergangsverkehr eine Verbindung von Norden nach Süden, d. i. eine Verbindung des Bahnhofes Bockenheim der Main-Weser-Bahn mit dem Bahnhof Louisa der Main-Neckar-Bahn. Es war angenommen, diese Verbindungslinie als Grenze der Vorschiebung der Güterbahnhöfe an die Stadt zu betrachten. Ein näheres Heranrücken der Güterbahnhöfe an die Stadt würde neben technischen Schwierigkeiten grofse Unkosten und bedeutende Betriebserschwernisse nach sich gezogen haben. Aus diesen, in den zugehörigen Erläuterungsberichten angeführten Gründen glaubte man von diesem naheliegenden Gedanken Abstand nehmen zu sollen, um so mehr, als eisenbahnseitig durch Erbauung des neuen Empfangsgebäudes an alter Stelle aus Rücksicht auf die Stadt schon bedeutende Opfer aufzuwenden waren.

Wegen der durch die Ueberführung der Main-Neckarbahn über den Main bedingten Höhenlage der anderen Bahnen war es nicht möglich, die Mainzer Landstrafse in ihrer Höhenlage zu belassen, dieselbe mufste vielmehr gehoben und überführt werden. — Um die Ausdehnung des Personen-Bahnhofes möglichst einzuschränken und auf kürzestem Wege die zur Vermeidung von Schienenkreuzungen erforderlichen Unter- und Ueberführungen zu bewirken, wár es nöthig, die einzelnen Linien abwechselnd steigen oder fallen zu lassen. Hierdurch entstanden für die Anlage von Querstrafsen über oder unter dem Personen-Bahnhofe solche Schwierigkeiten, dafs bei der sonst für die Stadt so günstigen Lage des Bahnhofes hiervon abgesehen wurde.

Die Frankfurt-Bebraer Linie war mit eigenen Geleisen in den Personenbahnhof eingeführt.

### 3. Weitere Ausgestaltung des Entwurfes.

Fünf Jahre waren noch erforderlich, um die der endgültigen Feststellung des Entwurfes sich in den Weg stellenden Schwierigkeiten zu überwinden. Auf der einen Seite traten die berufenen Vertreter der Stadt mit Forderungen bezüglich des zu wählenden Platzes für den Personen- und Güterbahnhof, wegen Anlage von Zufahrt- und Verbindungstrafsen an die Eisenbahnverwaltungen heran. Auch Private bekämpften hartnäckig öffentlich und durch Eingaben den Entwurf und stellten Gegenentwürfe auf. Der Grunderwerb verursachte langwierige Verhandlungen mit den Vertretern der Stadt, in deren Besitz ein nicht unbeträchtlicher Theil des erforderlichen Geländes war. Schliefslich verlangte auch das Abgeordnetenhaus aus Sparsamkeitsrücksichten eine Einschränkung der geplanten Anlagen.

Auf der anderen Seite waren den Kostenpunkt betreffende Bedenken und Hindernisse bei einigen der betheiligten Eisenbahnverwaltungen selbst zu beseitigen. Daneben war eine Einigung zwischen den Vertretern der verschiedenen Bahnen über die Zweckmäfsigkeit eines Linien-Anschlusses oder die Zulässigkeit von gemeinschaftlichen Linieneinführungen, über die Vertheilung der Geleisegruppen, die Bahnsteiganordnung, die Anlage der Güterbahnhöfe herbeizuführen. Gleichzeitig verfolgte man die Lösung gewisser technischer, grundlegender Fragen, wie die Ueberdachung der Bahnsteige und deren Verbindung für Post- und Gepäckverkehr, die Eilgutanlagen, die Verbindung der Geleisegruppen unter einander und die Feststellung des Grundrisses für das Empfangsgebäude. — Nebenher gingen, nicht ohne mafsgebenden Einflufs auf die Hebung der genannten Schwierigkeiten, die vorbereitenden Mafsnahmen zur Verstaatlichung der wichtigsten Eisenbahnlinien innerhalb der preufsischen Monarchie und die damit zusammenhängende Neuordnung der Staatseisenbahn-Verwaltung.

Wie alle diese Rücksichten die fernere Ausgestaltung des Entwurfes beeinflufst haben, soll nunmehr einzeln besprochen werden.

#### a) Einflufs der städtischen Forderungen auf die Lage des Personenbahnhofes und die Güterbahnhöfe in Verbindung mit dem Grunderwerb. Wahl eines Kopfbahnhofes statt einer Durchgangsanlage. Anschlufs der städtischen Verbindungsbahn.

Welch lebhafte Theilnahme der Frankfurter Handelsstand an der Gestaltung des Hauptbahnhof-Entwurfes zeigte, und welche hochgehende Erwartungen man an den Bau knüpfte, beweist neben lebhaften Erörterungen in der Ortspresse eine Eingabe der Frankfurter Handelskammer vom Juli 1874 an den Handelsminister, welche eine Hinausschiebung der Güterbahnhöfe in eine weiter als bisher von der Stadt entfernte Lage, die Beschränkung des Güterverkehrs auf einen einheitlichen Güterbahnhof und eine Verminderung der Auf- und Ablieferungsstellen der Ortsgüter verhindern sollte. Gleichzeitig wurde die Anordnung des Personenbahnhofes nach Londoner Muster über den Gütergeleisen, auch die Ersetzung der Dämme in Sachsenhausen durch wirthschaftlich auszunutzende Gewölbebauten angeregt. Während die letzteren, überaus kostspieligen Wünsche sich überhaupt nicht erfüllen liefsen, wurde es in der Folge unmöglich, die Güterbahnhöfe der Stadt näher zu rücken.

Die hohen Preise des Grund und Bodens neben den Westbahnhöfen in Nähe der Stadt hatten schon bei Aufstellung des Hottenrottschen Entwurfes Nr. 2 eine Verschiebung des Personenbahnhofes nach Westen hin in Anregung gebracht. Infolge der hierdurch bedingten Verschiebung der neuen Eisenbahnbrücke über den Main stromabwärts wäre ein Zusammentreffen der letzteren mit der im Zusammenhange mit der Maincanalisirung geplanten neuen Hafenanlage vermieden worden. Die an und für sich für die Stadt höchst ungünstige Verschiebung des Personenbahnhofes würde jedoch auch eine bedeutend entferntere Lage der Güterbahnhöfe herbeigeführt und aufserdem mit dem bereits genehmigten Mainübergang der Hessischen Ludwigsbahn in Widerspruch gestanden haben.

Als einzig mögliche Lösung hätte sich dann die Anlage eines Durchgangs-Personenbahnhofes ergeben. Derselbe erwies sich aber als durchaus unzweckmäfsig. Abgesehen von baulichen Schwierigkeiten, wäre die Hessische Ludwigsbahn, deren Bahnhof eine Kopfanlage hätte bleiben müssen, vom Durchgangsverkehr ausgeschlossen worden, was auch in militärischer Beziehung bedenklich erschien.

Im Mai 1875 wurde der Entwurf zu den Bahnhofsanlagen dem Magistrat der Stadt Frankfurt zur Abgabe einer Erklärung und Aeufserung etwaiger Wünsche mitgetheilt, auch mufste mit der Stadt wegen Feststellung eines angemessenen Preises für die beim Bahnhofsbau in Frage kommenden ausgedehnten städtischen Grundstücke verhandelt werden. Bestimmte Zugeständnisse über den Grunderwerb waren jedoch zunächst nicht zu erzielen, vielmehr machte sich in Frankfurt a/M. eine Bewegung gegen den eisenbahnseitig aufgestellten Entwurf bemerkbar. Obwohl der Stadtverordneten-Versammlung eine von dem Bauinspector Hottenrott ausgearbeitete Denkschrift zuging, in welcher die

Vortheile des Entwurfes mit der für die Stadt so günstigen, für die Eisenbahnverwaltungen so kostspieligen Lage des Personenbahnhofes auseinandergesetzt war, wurde doch von der Versammlung ein Plan vorgeschlagen, welcher einige Strafsenverbindungen quer durch den Personenbahnhof vorsah und die Güterbahnhöfe der Stadt näher rückte. Hierbei war aber jede Verbindung der Güterbahnhöfe unter sich aufser acht gelassen und die Stadterweiterung durch hohe Querdämme gehindert. Das Empfangsgebäude sollte 250 m nach Westen zu bis hinter die Weserstrafse zurückgelegt werden.

Im November 1875 gab dann der Magistrat die gewünschte Erklärung, jedoch mit allem Vorbehalt ab, in welcher im allgemeinen die grofsen Vortheile der Anlage für die Stadt zwar anerkannt, jedoch die weit entfernte Lage der Güterbahnhöfe und der Mangel an Zufuhr- und Verbindungsstrafsen beanstandet wurden. Die städtischen Behörden nahmen im December 1875 Veranlassung, durch Abgeordnete des Magistrats, der Stadtverordneten und der Handelskammer an mafsgebender Stelle in Berlin persönlich um eine Abänderung des Entwurfes in diesem Sinne vorstellig zu werden, und sicherten in dem Falle der Gewährung ihrer Bitte einen erheblichen Beitrag zu den Kosten des Grunderwerbes durch Abtretung städtischer Gelände zu ermäfsigten Preisen zu.

Die Kosten der Verschiebung der Güterbahnhöfe in die Nähe der Stadt erwiesen sich als sehr bedeutend, und zwar einerseits deshalb, weil der Grund und Boden in der Nähe der Stadt sehr kostspielig war, anderseits, weil nunmehr die durchgehenden Geleise von Norden nach Süden auf längeren Brücken über die Geleise der Güterbahnhöfe geführt werden mufsten. Auch wurde eine Verlegung der geplanten Linie für die Nassauische Bahn mit einer kostspieligen Ueberführung derselben über den Verschubbahnhof der Hessischen Ludwigsbahn erforderlich. Trotzdem erklärte sich die Regierung bereit, den Wünschen der Stadt zu entsprechen, und zwar sowohl hinsichtlich der Vorschiebung der Güterbahnhöfe in die Nähe der Stadt, als auch in der Zurückverlegung des Personenbahnhofes von den Anlagen nach Westen zu. Die Regierung war der Ansicht, dafs es im beiderseitigen Vortheile liegen möchte, diese Zurückverschiebung soweit nach Westen stattfinden zu lassen, dafs der Neubau des Bahnhofes ohne wesentliche Störung in der Benutzung der bestehenden Bahnhofsanlagen erfolgen könne, da hierdurch der Stadt Gelegenheit gegeben würde, sich nach Vollendung des Hauptbahnhofes im Anschlufs an die nächsten Stadttheile auf dem Gelände der zu verlassenden Westbahnhöfe in einer Gröfse von über 22 ha auszudehnen.

Nach erfolgter Verständigung mit der Stadt wurde nach diesen Gesichtspunkten ein neuer Entwurf ausgearbeitet, welcher eine gleichzeitige Inangriffnahme des Baues ohne irgend welche Betriebsstörung ermöglichte; ebenso konnten durch ihn vorläufige Bahnhofseinrichtungen vermieden und die Baukosten schliefslich durch die Verwerthung des freiwerdenden werthvollen Geländes der alten Bahnhöfe zu einem erheblichen Theile gedeckt werden. — Alle Bahnverwaltungen bis auf die der Frankfurt-Bebraer Bahn, welcher durch die Zurückverlegung des Bahnhofes der Bau einer neuen Mainbrücke auferlegt wurde, erklärten sich mit dieser grundsätzlichen Entwurfs-Abänderung einverstanden.

Nach dem neuen Entwurfe liegt der Personenbahnhof westlich der Verbindungsbahn, während die Ortsgüterbahnhöfe der Staatsbahnen östlich der durchgehenden hochliegenden Geleise von Bockenheim-Louisa | vorgeschoben und der Stadt genähert sind. (Vergl. Uebersichtsplan Blatt 19 u. 20.) Bei dieser Lage des Bahnhofes wurde es nöthig, für alle Bahnen neue hochliegende Anschlufslinien sowie, abgesehen von der Brücke der Hessischen Ludwigsbahn, eine neue Mainbrücke für die Frankfurt-Bebraer und Main-Neckarbahn zu bauen.

Bezüglich der Grunderwerbsfrage kam nach jahrelangen Verhandlungen mit der Stadt 1879 ein Vertrag zustande, in dem sich letztere verpflichtete, die betreffenden städtischen Grundstücke, soweit solche zu Bahnhofszwecken Verwendung finden, zum halben Taxwerthe herzugeben. Die Eisenbahnverwaltungen dagegen (Staatsbahn und Hessische Ludwigsbahn) sicherten die Herstellung der gewünschten Zufahrtstrafsen, die Verlängerung der städtischen Verbindungsbahn mainabwärts bis nach Griesheim und die Inbetriebnahme dieser Bahn seitens der Hessischen Ludwigsbahn zu.

Auf diese Weise über Griesheim die Verbindungsbahn an die Güterbahnhöfe anzuschliefsen, schien sowohl in Rücksicht auf die Stadt als auch auf die Hessische Ludwigsbahn genügend, da eine unmittelbare Einführung wegen der vielen Bahn- und Wegekreuzungen unverhältnifsmäfsig hohe Kosten veranlafst hätte. Gleichzeitig wurde die Herstellung der Anlage einer Güterwagen-Hebevorrichtung an der Staatsbahnbrücke beschlossen, welche eine unmittelbare Verbindung zwischen den hochliegenden Strängen und der städtischen Verbindungsbahn sowie dem geplanten Hafenbahnhof herstellen sollte.

Durch die veränderte Lage des Personenbahnhofes wurde auch eine Aenderung des Vertrages vom 26./29. Januar 1872 zwischen der Staatsregierung und der Hessischen Ludwigsbahn, welche durch die Hinausschiebung des Bahnhofes nicht vortheilhaft betroffen war, über das Miteigenthum an dem Taunusbahnhof erforderlich. Es wurde vereinbart, dafs nachdem die Hessische Ludwigsbahn die auf die Anlage des Taunusbahnhofes verwendeten Kosten nebst 4 % Aufschlag nach Abzug des Altmaterialwerthes an den Fiscus im Betrage von rund 1 029 000 ℳ zurückerstattet habe, sie Miteigenthümerin des frei werdenden, zu verkaufenden Geländes werde und an dem Erlöse in dem Verhältnisse theilnehmen solle, in welchem die Grundfläche des Taunusbahnhofes und der sonst ihr gehörigen Grundstücke zur Gesamtfläche stehen.

b) Einführung der Homburger Bahn in den Hauptbahnhof.

Der Einführung der Homburger Bahn in den Hauptbahnhof stellten sich neben technischen Schwierigkeiten ganz besonders solche wegen des Kostenpunktes in den Weg. Eine Verpflichtung zur Tragung der Kosten konnte und wollte die Gesellschaft nicht übernehmen, sie berief sich vielmehr auf ihre Concession, welche ihr die Einmündung in die Main-Weserbahn zusicherte, und behielt sich alle Ansprüche auf Entschädigung wegen solcher Nachtheile vor, die ihr durch eine veränderte Einführung und Verlegung bezw. Verlängerung ihrer Linie entstehen würden.

Bei der Prüfung des vorbeschriebenen Hottenrottschen Entwurfes Nr. 1 im Königlichen Ministerium wurde zunächst der Fortfall besonderer Geleise für die Homburger Bahn angeregt, eine Aenderung, die in dem im September 1874 umgearbeiteten Entwurf Nr. 2 sich berücksichtigt findet, indem die Homburger

Bahn vor der Halle in die Main-Weserbahn eingeführt ist. Da nun die Homburger Bahn vorzugsweise dem Ortsverkehr dient, wurde in einer Besprechung im Juni 1876, um die oben angedeuteten Schwierigkeiten zu umgehen, als Nothbehelf die Anlage eines besonderen Bahnhofes nördlich von dem künftigen Hauptpersonenbahnhofe angeregt. In einer späteren Zusammenkunft vom December 1877 wird über mit der Homburger Bahn gepflogene Verhandlungen berichtet, wonach der Staat auf seine Kosten die Verlegung der Bahn nördlich von den Staatsgüterbahnhöfen und den Bau eines besonderen Ortsbahnhofes nördlich des neuen Hauptpersonenbahnhofes, von der Mainzer Landstrafse aus zugänglich, anlegen sollte, ein Vorschlag, der in die Entwurfsbearbeitung Nr. 6 vom 20. März 1878 aufgenommen ist. Dagegen solle die Homburger Bahn das Gelände ihrer frei werdenden Bahnlinie unter gewissen weiteren Bedingungen abtreten. In einem Berichte der Königlichen Direction der Main-Weserbahn vom 12. Januar 1878 über die oben erwähnte Besprechung werden auch die Grundlagen eines Ankaufes der Homburger Bahn, welche die einfachste Lösung der Schwierigkeiten herbeigeführt haben würde, erörtert und der Kauf der Bahn zu dem seitens der Gesellschaft angebotenen Preise empfohlen. Nach verschiedenen anderen Versuchen, die wieder darauf hinausliefen, die Homburger Bahn zusammen mit der Taunusbahn einzuführen, konnte der auch von der Frankfurter Handelskammer befürwortete Vorschlag, die Homburger Bahn im Bahnhof Bockenheim der Main-Weserbahn einmünden zu lassen, der schon bei Ausarbeitung des Entwurfes Nr. 2 gemacht worden war, nach Verstaatlichung der Bahn im Jahre 1880 verwirklicht werden.

c) Nichtbetheiligung der Main-Neckarbahn an den Baukosten des Hauptbahnhofes.

Ende 1877 hatte sich bei den an der Main-Neckarbahn betheiligten Grofsherzoglich badischen und Grofsherzoglich hessischen Regierungen, welche durch den Neubau des Hauptbahnhofes eine Schädigung der Rente der Main-Neckarbahn befürchteten, eine Abneigung geäufsert, dem Bau zuzustimmen, da die Main-Neckarbahn thatsächlich auf absehbare Zeiten für ihre eigenen Bedürfnisse keine Veranlassung zum Bahnhofs-Umbau hatte. Die Hoffnung der genannten Regierungen, dafs es möglich sei, den nicht für die Main-Neckarbahn, wohl aber bei den anderen Bahnen anerkannten Mängeln unter Beibehaltung der damaligen Lage der Bahnhöfe abzuhelfen und so den Bau eines gemeinschaftlichen Hauptbahnhofes überhaupt vermeiden zu können, erwies sich bei näherer Prüfung als nicht erfüllbar. Die durch eine andere Zusammenlegung der Bahnlinien, bessere Raum-Vertheilung und Ausnutzung erstrebte Anordnung war nach den von Hottenrott aufgestellten Versuchsentwürfen ohne Betriebsstörung nicht durchzuführen, mufste auch hinsichtlich der Kosten und der Betriebssicherheit ernsteren Bedenken begegnen und konnte schliefslich die bestehenden mifslichen Bahnhofs-Verhältnisse nur ungenügend verbessern. Im November 1878 beantragten nun die Regierungen von Baden und Hessen, dafs aus Anlafs des geplanten Hauptbahnhofs-Umbaues eine Aenderung des Antheils Preufsens an dem Anlagecapital der Main-Neckarbahn nicht stattfinden dürfe. Dies wurde in einer Zusammenkunft der Ressortminister im Mai 1879 seitens Preufsens zugestanden, dagegen sollte die Main-Neckarbahn an den Rückeinnahmen aus dem frei werdenden Gelände der Westbahnhöfe nicht theilnehmen, und die beiden andern Regierungen verpflichteten sich, jeden weiteren Entschädigungsanspruch fallen zu lassen, der sich aus den etwa durch den Umbau für den Betrieb der Main-Neckarbahn sich ergebenden Nachtheilen herleiten lassen könne. Gleichzeitig wurde festgestellt, dafs Bahnhofserweiterungen, die unter ähnlichen Verhältnissen etwa auf badischem oder hessischem Gebiete nöthig würden, gleichfalls zu einer Erhöhung des betreffenden Antheils am Anlagecapital nicht Anlafs geben sollten.

d) Einführung der Personen- und Gütergeleise der Main-Neckar und Frankfurt-Bebraer Bahn in den Hauptbahnhof und Anlage einer für beide Bahnen gemeinsamen Mainbrücke.

Ueber die Verbindung des neu erbauten Bahnhofes Neu-Sachsenhausen der Frankfurt-Bebraer Bahn mit dem Hauptbahnhofe und die hiermit zusammenhängende Breite der neu zu erbauenden Brücke für die Main-Neckar und Frankfurt-Bebraer Bahn gingen die Meinungen der betheiligten Verwaltungen auseinander. Die Frankfurt-Bebraer Bahn wollte ihre Personengeleise schon linksmainisch in die Main-Neckarbahn einmünden lassen und verzichtete auf eine besondere Einführung und besondere Bahnsteige, hielt auch eine Schienenkreuzung der Main-Neckarbahn durch ihre Güterzüge für zulässig. Diesen Vorschlägen stimmte die Main-Neckarbahn nicht zu.

Durch Ministerialbescheid wurde die Anlage einer besonderen Geleise- und Bahnsteiggruppe für die Frankfurt-Bebraer Bahn für nothwendig erklärt. Zur Kostenersparnifs und mit Rücksicht auf die Fortschritte in der Sicherung von Geleisabzweigungen sollte eine Einschränkung der neuen Mainbrücke im ganzen auf vier Geleise stattfinden. Die ministeriellen, von dem verstorbenen Geheimen Ober-Baurath Grüttefien herrührenden Prüfungsbemerkungen lassen die Main-Neckarbahn neben der im Personenbahnhof am südlichsten liegenden Taunusbahn einmünden. Hierdurch wurde die Linienfolge im Personenbahnhofe festgelegt. Von einer Schienenkreuzung der Hauptgeleise der Main-Neckarbahn bei Herstellung des Anschlusses für den Güterverkehr nach Sachsenhausen sei abzusehen.

Da die Main-Neckarbahn die für sie bestimmte Bahnsteig-Anordnung im Hauptbahnhofsentwurfe für den gewöhnlichen Verkehr für ungünstiger als die im Main-Neckarbahnhofe bestehende hielt, beanspruchte sie noch im Juni 1879 für sich unter der Halle vier Geleise an Bahnsteigen. Ferner bestand sie auf einer besonderen Einführung der Frankfurt-Bebraer Bahn und wünschte die Anordnung einer fünfgeleisigen Main-Brücke. Hierdurch werde eine erhöhte Betriebssicherheit erreicht und für sie die Unabhängigkeit in der Fahrplanaufstellung gewahrt. Fernere Wünsche der Main-Neckarbahn waren die unmittelbare Einführung ihres Gütergeleises in den im Entwurfe unter den hochgelegten Strängen Bockenheim-Louisa nach Osten zu vorgeschobenen Güterbahnhof sowie der sofortige viergeleisige Ausbau der Mainbrücke und damit die sofort herzustellende selbständige Ueberführung der Frankfurt-Bebraer Bahn über den Main.

Nur dem letzteren Punkte konnte die Staatsregierung ihre Zustimmung geben, zugleich aber auch dem ferneren, der Erweiterungsfähigkeit ihrer Geleise-Anlagen wegen gemachten Vorschlage der Main-Neckarbahn, das Gelände zwischen der Taunus- und Hessischen Ludwigsbahn westlich der hochliegenden Stränge für die Werkstätten- und Locomotivschuppen-Anlage zu benutzen. Anderseits erklärte die Main-Neckarbahn sich bereit, den Ver-

kehr zwischen dem Güterbahnhofe der Frankfurt-Bebraer Bahn in Sachsenhausen und den der Taunusbahn auf ihre Gütergeleise zu übernehmen.

Durch diesen Vorschlag kam das besondere Gütergeleise der Frankfurt-Bebraer Bahn nach dem Staatsgüterbahnhof in Wegfall, und die Abzweigung der Gütergeleise aus den Hauptgeleisen nach den Güterbahnhöfen brauchte erst auf dem rechten Mainufer stattzufinden. Die Mainbrücke erhielt vier Geleise, zwei für die Hauptgeleise der Main-Neckar-, zwei für die der Frankfurt-Bebraer Bahn. Diese Anordnung ist in dem endgültig genehmigten Entwurfe vom August 1879 enthalten.

e) Umgestaltung des Entwurfes hinsichtlich der inneren Einrichtung des Personenbahnhofes und der Güterbahnhöfe; Einschränkung desselben infolge eines Beschlusses des Hauses der Abgeordneten.

An dem Hottenrottschen Entwurfe vom Jahre 1874 mufsten bis zu dem endgültig genehmigten Entwurfe von 1879 mit Rücksicht auf die dargelegten, erst allmählich festgestellten Grundlagen sieben wesentlich verschiedene Umarbeitungen vorgenommen werden.

In dem ersten Entwurfe vom Mai 1874 sind acht Gruppen (bis auf die der Homburger Bahn mit zwei) zu je drei Geleisen vorgesehen, wovon drei Gruppen auf die Hessische Ludwigsbahn entfallen. Es war angestrebt, die durchgehenden bezw. Schnellzüge auf wenigen Geleisen möglichst nahe an den Kopfsteig heranzuschieben und die Ortszüge, nachdem jede Geleisegruppe aufserhalb der Halle um ein Geleis vermehrt ist, aufserhalb aufzustellen. Die früheren Drehscheiben am Kopf jeder Gruppe waren durch kurze Schiebebühnen ersetzt, wodurch die Zungensteige weniger eingeschränkt und die Geleiselängen vergröfsert wurden. Die Zungensteige waren an dem mit einer 198 m weiten Halle überdachten, bedeutend verbreiterten Kopfsteig zugänglich, welcher auch zur Aufstellung von Gepäcktischen und zum Aufenthalt des Publicums bestimmt war. Hierdurch sollte eine Ueberfüllung der auch für den Gepäckverkehr bestimmten hinreichend breiten Zungensteige vermieden werden. Für den Postverkehr wurde zwischen den Bahnsteigen eine Tunnelanlage vorgesehen. Die Uebergabe einzelner Wagen und ganzer Züge sollte mittels Weichenverbindungen unter Fortfall der den Verkehr belästigenden durchgehenden Schiebebühnen geschehen.

Die westlich der Verbindungslinie Bockenheim-Louisa für die einzelnen Verwaltungen getrennt angeordneten Güterbahnhöfe der Staatsbahnen enthielten für die Taunus- oder Nassauische Bahn einen langgestreckten Schuppen für abgehende und einen solchen für ankommende Güter hinter einander, verbunden durch ein Abfertigungsgebäude. Für die Main-Weser und Main-Neckarbahn dagegen waren Güterschuppen nach englischem Muster mit innen liegenden Geleisen und für ankommende und abgehende Güter getrennten Bühnen vorgesehen. Das Ein- und Aussetzen der Wagen sollte mittels Drehscheiben geschehen, auch die Anordnung von lothrechten Wasserdruckwinden war geplant. Es war beabsichtigt, um Betriebsstörungen während des Baues zu vermeiden, zunächst die Güterbahnhöfe zur Ausführung zu bringen, an Stelle der der Main-Weserbahn gehörigen Werkstätte einen vorläufigen Bahnhof zu errichten und auf dem Gelände der hierdurch frei werdenden Main-Weser- und Taunus-Bahnhöfe mit dem Bau der nördlichen Hälfte des Empfangsgebäudes zu beginnen. Während der Herstellung der südlichen Hälfte sollte der fertige nördliche Theil von zwei Linien benutzt werden.

Die Kosten der gesamten Anlage, abgesehen von dem Güterbahnhofe der Hessischen Ludwigsbahn, waren auf 33500000 ℳ veranschlagt.

Seitens der Eisenbahnverwaltungen fand dieser im September desselben Jahres unter Fortlassung besonderer Geleise für die Homburger Bahn nochmals umgearbeitete Entwurf allgemeine Billigung. Es wurde in einer Besprechung nur eine Einschränkung der Anlagen für geboten gehalten. Der Eilgutverkehr der Staatsbahnen sollte durch die Betriebsleitung möglichst den Güterbahnhöfen zugewiesen werden. Auch eine unterirdische Gepäckbeförderung von der Annahmestelle aus wurde erwogen.

Der Entwurf für das Empfangsgebäude wurde dadurch gefördert, dafs im März 1875 Baurath Orth und Professor Jacobsthal in Berlin unter Zugrundelegung verschiedener Grundrifsanordnungen mit der Ausarbeitung von Plänen beauftragt wurden. Der erstere dieser in den engeren Wettbewerb tretenden Architekten bearbeitete die Anordnung mit den Königsräumen in der Mitte und zwei getrennten Eingangshallen daneben. Der letztere hatte den Entwurf unter Annahme einer Eingangshalle in der Mitte auszuführen. Von den Bahnverwaltungen wurden im August 1875 die Jacobsthalschen Pläne unter Berücksichtigung gewisser Abänderungen der Innenräume als zur Ausführung in jeder Weise geeignet empfohlen, ohne dafs jedoch diese Angelegenheit bei dem auf noch schwebenden Grundlagen beruhenden Stande des Gesamtentwurfs weiter verfolgt werden konnte.

In der Bearbeitung des Entwurfes vom März 1878 ist die Geleisegruppenzahl von acht auf sechs mit im ganzen 24 Geleisen vermindert und dadurch die Breitenausdehnung des Personenbahnhofes gegen früher eingeschränkt. Als Hauptzufahrtstrafsen sind die verlängerte Kaiser- und Taunusstrafse angenommen. Entsprechend der vor die hochliegenden Geleise Bockenheim-Louisa vorgeschobenen Lage des Güterbahnhofes fahren die Güterzüge zunächst in den westlichen Theil des Verschubbahnhofes ein und von hier aus werden die Ortswagen den Güterschuppen zugeführt. Bei dem Aufsenbahnhofe liegen die Verschub- und Uebergabegeleise zwischen den Ein- und Ausfahrtgeleisen der verschiedenen Bahnen, und alle Geleise münden in ein Ablaufgeleis.

Die ganze Anordnung des Güterbahnhofes ist so getroffen, dafs jede Bahn ihre eigene Verwaltung führen kann, alle Einzelverwaltungen aber auch im ganzen von einer Verwaltung in Betrieb genommen werden können. Der Raum für den Güterbahnhof ist mit Rücksicht auf die Sicherung einer späteren, durch den Fortschritt der Bebauung ungehinderten Erweiterung grofs genug angenommen.

Die Kosten der gesamten Anlage einschliefslich der Einführung der Homburger und der städtischen Verbindungsbahn sowie der Zufahrtstrafsen und Strafsenanlagen auf dem frei werdenden Gelände der alten Bahnhöfe, soweit sie seitens des Staates für den Neubau aufzuwenden, waren zu etwa 29 Millionen, die Rückeinnahmen zu rund 19,5 Millionen Mark veranschlagt.

Von Einflufs auf die weitere Ausgestaltung des Entwurfes war der bei Berathung des Staatshaushalts-Etats für 1879/80 gefafste Beschlufs des Hauses der Abgeordneten, die Staatsregierung aufzufordern, den Plan des Hauptbahnhofes in Frankfurt a/M. einer erneuten Prüfung zu unterziehen und da-

bei auf die gröfste Sparsamkeit Bedacht zu nehmen. Infolge dieses Beschlusses veranlafste der Minister der öffentlichen Arbeiten die Prüfung der Möglichkeit etwaiger Einschränkungen. Eine Ersparnifs erschien hauptsächlich durch die Zusammenlegung der drei Güterbahnhöfe der Staatsbahnen und die Anlage eines einzigen Güterschuppens nach dem Muster desjenigen auf dem Kölner Güterbahnhof St. Gereon möglich. Diese Anordnung wurde von dem Ministerium gebilligt.

Die Breite des Güterbahnhofes hat in dem hiernach im Mai 1879 vorgelegten umgearbeiteten Plane eine Einschränkung erfahren; für die ankommenden Güter sind langgestreckte einseitige Güterhallen vorgesehen, während für die abgehenden Güter Hallen mit sägeförmigen Bühnen an einer grofsen Querbühne mit vorliegender Schiebebühne angenommen sind. Die Gesamtkosten für die Staatsbahnen wurden hierdurch um 3650000 ℳ herabgesetzt.

Im Juli 1879 wurde dann der letzte, von dem Bauinspector Hottenrott bearbeitete Entwurf, welcher alle vorerwähnten streitigen, unterdessen zur Entscheidung gekommenen Punkte berücksichtigt, mit Kostenanschlag und einem Banplane vorgelegt. Im wesentlichen entspricht diesem Entwurf die auf Blatt 19 und 20 dargestellte und zur Ausführung gekommene Anlage. Die Kosten sind ohne die Verlegung der städtischen Verbindungsbahn und der Homburger Bahn zu 24401000 ℳ als Antheil des Staates veranschlagt. Am 8. September 1879 erhielt der Entwurf die ministerielle Genehmigung und die Königliche Direction der Main-Weserbahn den Auftrag, die Einleitung des Planfeststellungsverfahrens bei der Königlichen Regierung in Wiesbaden zu beantragen.

(Fortsetzung folgt.)

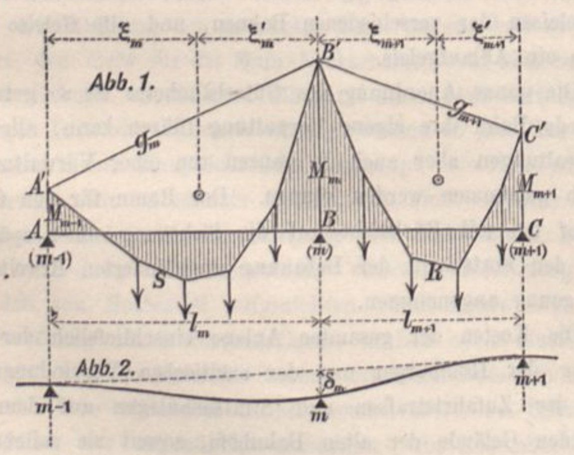
## Ueber einige Aufgaben der Statik, welche auf Gleichungen der Clapeyronschen Art führen.



Die Untersuchung mehrfach statisch unbestimmter Träger und die Lösung von Aufgaben über Nebenspannungen in Fachwerken führt häufig auf Bedingungen, deren Form mit derjenigen der bekannten Clapeyronschen Gleichungen für durchgehende Balken übereinstimmt. Es dürfte daher die folgende Mittheilung, welche sich eine möglichst übersichtliche zeichnerische Auflösung jener Gleichungen zum Ziele setzt und deren Anwendung an wichtigen Beispielen erläutert, manchem willkommen sein.

### § 1. Darstellung der Stützenmomente eines durchgehenden Balkens mit überall gleichem Querschnitte.

Es seien $m-1$, $m$, $m+1$ drei aufeinander folgende Stützpunkte eines ursprünglich wagerechten, nur durch senkrechte Kräfte belasteten, durchgehenden Balkens, $M_{m-1}$, $M_m$, $M_{m+1}$ die Stützenmomente, $l_m$, $l_{m+1}$ die Weiten der Oeffnungen, Abb. 1.




Die Momentenfläche des Balkenfeldes $l_m$ kann man auffassen als den Unterschied der einfachen Momentenfläche $A'SB'$ und des Trapezes $AA'B'B$, welches letztere durch die Stützenmomente $\overline{AA'} = M_{m-1}$, $\overline{BB'} = M_m$ bestimmt ist, und in gleicher Weise ist die Momentenfläche des Theiles $l_{m+1}$ = Fläche $B'RC'$ — Fläche $BB'C'C$.

Die einfachen, den Einzelbalken $l_m$ und $l_{m+1}$ entsprechenden Momentenlinien $A'SB'$ und $B'RC'$ sehen wir als gegeben an; sie lassen sich in bekannter Weise berechnen oder als Seilzüge zeichnen.

Für die Geraden $A'B'$ und $B'C'$ führen wir in der Folge die Bezeichnungen $g_m$ und $g_{m+1}$ ein, und den von sämtlichen Geraden $g$ gebildeten Linienzug, dessen den Stützpunkten entsprechende Ordinaten gleich den Stützenmomenten sind, nennen wir, der Kürze wegen, das $M$-Polygon.

Wir nehmen eine beliebige senkrechte Belastung an, welche in einer Ebene wirkt, die den Querschnitt in einer Hauptachse schneidet, und setzen voraus, es habe sich, infolge ungleicher Senkungen der Stützen, der Punkt $m$ um die senkrechte Strecke $\delta_m$ gegen die Verbindungsgerade der Punkte $m-1$ und $m+1$ verschoben, Abb. 2. Auch denken wir den Balken ungleichmäfsig erwärmt, so zwar, dafs sich die dem spannungslosen Anfangszustande entsprechende Temperatur für den untersten Punkt des Querschnittes um $t_1$, für den obersten um $t_2$ erhöht habe. Innerhalb des Querschnittes ändere sich $t$ nach dem Gesetze:

$$t = t_0 + \Delta t \frac{v}{h},$$

wobei

$$\Delta t = t_1 - t_2,$$

$$t_0 = t_1 \frac{e_2}{h} + t_2 \frac{e_1}{h};$$

$e_1$ und $e_2$ sind die Abstände der äufsersten Querschnittspunkte von der wagerechten Schwerachse des Schwerpunktes und $h$ ist die Höhe des Querschnittes. Abb. 3.

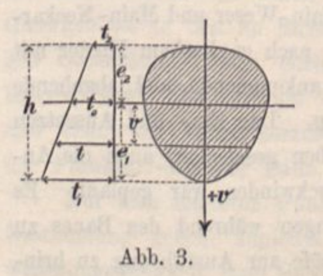


Abb. 3.

Bedeutet dann

$E$ die überall gleich angenommene Elasticitätsziffer,

$J$ das überall gleich angenommene Querschnitts-Trägheitsmoment,

$F_m$ den Inhalt der einfachen Momentenfläche $A'SB'$ des Theiles $l_m$,

$\xi_m$ den Abstand des Schwerpunkts der Fläche $F_m$ vom Stützpunkt $m-1$,

$\xi'_m$ den Abstand des Schwerpunkts der Fläche $F_m$ vom Stützpunkt $m$,

$\varepsilon$ das Verlängerungsverhältnifs für eine Temperaturerhöhung um 1° Cels. ($\varepsilon = 0{,}000012$ für Schmiedeeisen),

so besteht, bei überall gleichen $\varDelta t$, $t$ und $\varepsilon$, zwischen den drei Stützenmomenten $M_{m-1}$, $M_m$, $M_{m+1}$ die Beziehung:

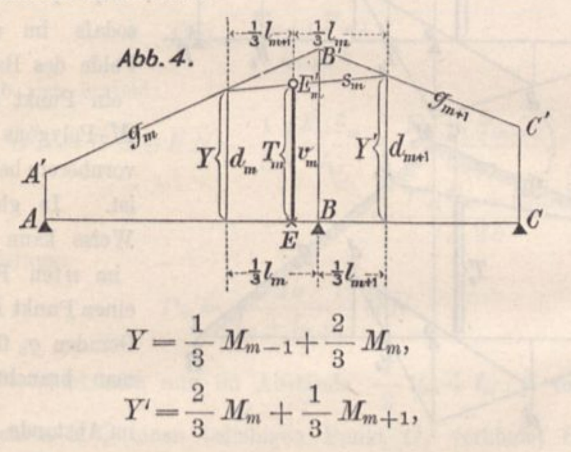
$$(1) \quad M_{m-1}\, l_m + 2 M_m (l_m + l_{m+1}) + M_{m+1}\, l_{m+1} = N_m,$$ [1])

wobei

$$(2) \quad N_m = \frac{6 F_m \xi_m}{l_m} + \frac{6 F_{m+1} \xi'_{m+1}}{l_{m+1}} - 6 EJ\delta_m \frac{l_m + l_{m+1}}{l_m\, l_{m+1}} + 3\,\varepsilon EJ \frac{l_m + l_{m+1}}{h} \varDelta t$$

eine gegebene Gröfse ist.

Da nun die Geraden $g_m$ und $g_{m+1}$ auf den dem Stützpunkte $m$ benachbarten Drittelsenkrechten $d_m$ und $d_{m+1}$ (Abb. 4) die Strecken abschneiden:




$$Y = \frac{1}{3} M_{m-1} + \frac{2}{3} M_m,$$

$$Y' = \frac{2}{3} M_m + \frac{1}{3} M_{m+1},$$

so läfst sich die Gleichung (1) nach Theilung durch 3 auch schreiben:

$$Y l_m + Y' l_{m+1} = \frac{N_m}{3}.$$

Die Verbindungsgerade der Endpunkte der Ordinaten $Y$ und $Y'$ bezeichnen wir in der Folge durch $s_m$; sie trifft die zu dem Stützpunkte $m$ gehörige verschränkte Stützen-Senkrechte $v_m$ im Punkte $E'_m$, und man findet für die Strecke $E_m E'_m$ leicht den Werth:

$$\overline{E_m E'_m} = \frac{Y l_m + Y' l_{m+1}}{l_m + l_{m+1}} = \frac{N_m}{3\,(l_m + l_{m+1})}.$$

Führt man also, der Kürze wegen, die Bezeichnung ein:

$$(3) \quad \frac{N_m}{3\,(l_m + l_{m+1})} = T_m,$$

so erhält man den Satz:

*Die Gerade $s_m$ mufs auf der zum Stützpunkte $m$ gehörigen verschränkten Stützen-Senkrechten $v_m$ das gegebene Moment $T_m$ abschneiden.*

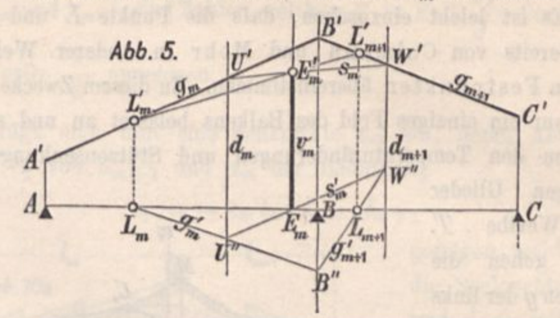
Der Werth $T_m$ ist durch die Gleichung bestimmt:

$$(4) \quad T_m = \frac{2}{l_m + l_{m+1}} \left[ \frac{F_m \xi_m}{l_m} + \frac{F_{m+1} \xi'_{m+1}}{l_{m+1}} \right] - \frac{2 EJ\delta_m}{l_m\, l_{m+1}} + \frac{\varepsilon EJ \varDelta t}{h};$$

wie man ihn am bequemsten darstellt, soll später erörtert werden. Zunächst zeigen wir, in welcher Weise mit Hülfe unseres Satzes aus den Momenten $T_m$ die Stützenmomente gefunden werden können.

1) Je nachdem sich die Momente $M$ aus den nach Art der Gleichung (1) gebildeten Bedingungen positiv oder negativ ergeben, werden sie beim Zeichnen des $M$-Polygons von der Balkenachse aus nach oben oder nach unten aufgetragen.

Dazu werde angenommen, es sei der Schnittpunkt $L'_m$ der Geraden $g_m$ mit einer festen Senkrechten $L_m L'_m$ gegeben. Abb. 5. Denkt man durch diesen Punkt $L'_m$ verschiedene Ge-




raden $g_m$ gelegt, so kann man zu jeder derselben die zugehörige Gerade $g_{m+1}$ finden, indem man von dem Punkte $U'$, in welchem die $g_m$ von der $d_m$ geschnitten wird, durch den festen Punkt $E'_m$ die Gerade $s_m$ zieht und mit der Senkrechten $d_{m+1}$ in $W'$ zum Schnitte bringt. Durch die beiden Punkte $B'$ und $W'$ ist die gesuchte Gerade $g_{m+1}$ gegeben.

Alle die Geraden $g_{m+1}$, welche in dieser Weise zu verschiedenen gegebenen Geraden $g_m$ bestimmt werden können, schneiden sich in einem Punkte $L'_{m+1}$, welcher auf der durch die Punkte $L'_m$ und $E'_m$ gehenden Geraden liegt und gefunden wird, indem zu einer beliebigen $g_m$ die zugehörige $g_{m+1}$ gezeichnet und mit der Geraden $L'_m E'_m$ zum Schnitte gebracht wird.[1])

Uebersichtlicher aber verfährt man, wenn man, von dem senkrecht unter $L'_m$ gelegenen Punkte $L_m$ ausgehend, zunächst auf die Lage von $L_{m+1}$ schliefst. Man legt durch $L_m$ die beliebige Gerade $g'_m$, welche die Senkrechten $d_m$ und $B'B$ bezw. in $U''$ und $B''$ schneidet, zieht hierauf durch $U''$ und $E_m$ die Gerade $s'_m$ bis zu ihrem Schnittpunkte $W''$ mit der Senkrechten $d_{m+1}$ und verbindet $W''$ mit $B''$ durch die Gerade $g'_{m+1}$. Der Punkt $L_{m+1}$, in welchem die Balkenachse $ABC$ von der $g'_{m+1}$ getroffen wird, liegt dann senkrecht unter $L'_{m+1}$.

Mit Hülfe der vorstehenden Entwicklungen ist man im Stande, das $M$-Polygon zu zeichnen, sobald zwei Punkte desselben gegeben sind.

Sind z. B. die Punkte $L'_1$ und $R'_4$ in Abb. 6 Punkte des $M$-Polygons des Balkens $AB$, so schliefst man aus der Lage des Punktes $L_1$ in der vorhin beschriebenen Weise auf die Lage von $L_2$, hierauf auf die von $L_3$ und $L_4$ und zeichnet den Linienzug $L'_1 L'_2 L'_3 L'_4$, dessen Seiten auf den verschränkten Stützen-Senkrechten $v_1$, $v_2$, $v_3$ die gegebenen Strecken $T_1$, $T_2$, $T_3$ abschneiden. Nun legt man durch $L'_4$ und $R'_4$ die Gerade $g_4$ und durch die Punkte $L'_3$, $L'_2$, $L'_1$ die übrigen Seiten $g_3$, $g_2$, $g_1$ des gesuchten (in Abb. 6 durch Schraffirung hervorgehobenen) $M$-Polygons.

Um eine scharfe Zeichnungsprobe zu erhalten, wiederhole man das beschriebene Verfahren in der Weise, dafs man nicht von $L_1$, sondern von dem in der letzten Oeffnung gegebenen Punkte $R_4$ ausgeht, in den vorhergehenden Oeffnungen Punkte $R_3$, $R_2$, $R_1$ auf dieselbe Weise bestimmt, wie vorhin die Punkte $L_2$, $L_3$, $L_4$, hierauf durch die Endpunkte der Ordinaten $T_4$,

1) Es folgt dies aus dem bekannten Satze der Geometrie der Lage: Bewegen sich die Ecken ($U'$, $W'$, $B'$) eines Dreiecks auf drei Strahlen ($d_m$, $d_{m+1}$ und $BB'$) eines Strahlenbüschels, und gehen hierbei zwei Seiten ($g_m$ und $s_m$) des Dreiecks durch feste Punkte ($L'_m$ und $E'_m$), so geht auch die dritte Seite ($g_{m+1}$) durch einen festen Punkt ($L'_{m+1}$), welcher mit den beiden ersten in einer Geraden liegt.

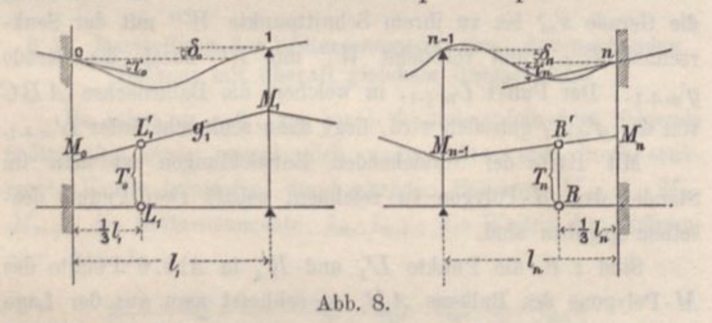
$T_3$, $T_2$, $T_1$ den Linienzug $R'_4 R'_3 R'_2 R'_1$ führt, dessen Ecken $R'_4$, $R'_3$, $R'_2$, $R'_1$ lothrecht über den entsprechenden Punkten $R$ liegen, und schliefslich $g_1$ durch $L'_1$ und $R'_1$ legt.

Es ist leicht einzusehen, dafs die Punkte $L$ und $R$ mit den bereits von Culmann und Mohr in anderer Weise benutzten Festpunkten übereinstimmen. Zu diesem Zwecke nehme man nur ein einziges Feld des Balkens belastet an und streiche die von den Temperaturänderungen und Stützensenkungen abhängigen Glieder der Werthe $T$. Dann gehen die Geraden $g$ der links bezw. rechts von dem belasteten Theile gelegenen Felder durch die Punkte $L$ bezw. $R$.

Wir beschränken uns darauf, unser Verfahren auf die beiden folgenden Fälle anzuwenden.

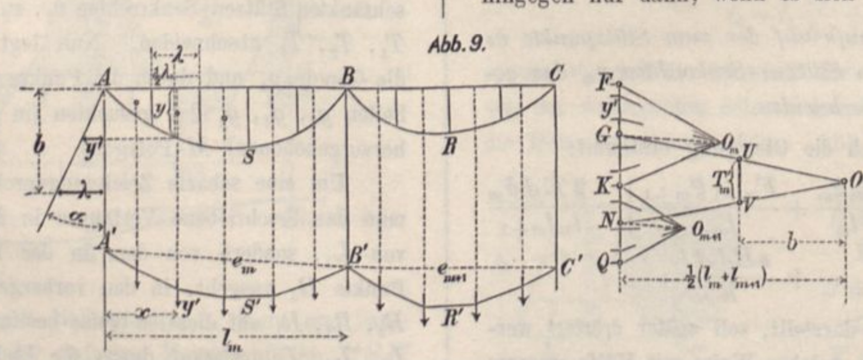
I. Der Balken ist an den Enden gestützt und liegt dort frei auf. Abb. 7.

Die Biegungsmomente für die Balken-Querschnitte über den Endstützen sind = 0. Die Punkte $L'_1$ und $L_1$ fallen mit dem


Abb. 8.

Stützpunkte $A$ zusammen. Nach Zeichnen des Linienzuges $A L'_2 L'_3 L'_4$ ist die Gerade $g_4$ durch die beiden Punkte $L'_4$ und $B$ bestimmt.

II. Der Balken ist an den Enden unter den gegebenen Winkeln $\tau_0$ und $\tau_n$ eingespannt.


Abb. 9.

Bezeichnet man mit $\delta_0$ die senkrechte Verschiebung des Stützpunktes 0 gegen den Stützpunkt 1, Abb. 8, so besteht die Gleichung:

$$(5) \quad (2M_0 + M_1)\, l_1 = \frac{6 F_1 \xi_1}{l_1} - \frac{6 EJ(\delta_0 + l_1 \tau_0)}{l_1} + \frac{3 \varepsilon E J l_1 \Delta t}{h},$$

welche sich umformen läfst in

$$(6) \quad \frac{2}{3} M_0 + \frac{1}{3} M_1 = T_0,$$

wobei

$$(7) \quad T_0 = \frac{2 F_1 \xi_1}{l_1^2} - \frac{2 EJ(\delta_0 + l_1 \tau_0)}{l_1^2} + \frac{\varepsilon E J \Delta t}{h}.$$

Nun ist im Abstande $\frac{1}{3} l_1$ vom Stützpunkte 0 die Ordinate der Geraden $g_1$:

$$\overline{L_1 L'_1} = \frac{2}{3} M_0 + \frac{1}{3} M_1,$$

und es folgt mithin

$$\overline{L_1 L'_1} = T_0,$$

sodafs im ersten Felde des Balkens ein Punkt des $M$-Polygons von vornherein bekannt ist. In gleicher Weise kann man im $n$ten Felde einen Punkt $R'$ der Geraden $g_n$ finden; man braucht nur im Abstande $\frac{1}{3} l_n$ vom Stützpunkte $n$ die Ordinate

$$(8) \quad \overline{RR'} = T_n = \frac{2 F_n \xi_n}{l_n^2} - \frac{2 EJ(\delta_n + l_n \tau_n)}{l_n^2} + \frac{\varepsilon E J \Delta t}{h}$$

aufzutragen. Durch die Punkte $L'_1$ und $R'$ ist aber nach Vorstehendem das $M$-Polygon bestimmt. Vgl. Abb. 6.

## § 2. Fortsetzung. Ermittelung des Momentes $T_m$.

Es empfiehlt sich, die von den Verschiebungen der Stützen und von der Temperaturänderung abhängigen Theile des Momentes $T_m$ stets zu rechnen, den von der Belastung herrührenden Theil

$$T' = \frac{2}{l_m + l_{m+1}} \left( \frac{F_m \xi_m}{l_m} + \frac{F_{m+1} \xi'_{m+1}}{l_{m+1}} \right)$$

hingegen nur dann, wenn es sich um einfachere Angriffsweisen (z. B. um gleichmäfsig über ganze Oeffnungen vertheilte Lasten) handelt. Für minder einfache Belastungsfälle bestimme man die statischen Momente $F_m \xi_m$ und $F_m \xi'_{m+1}$ mit Hülfe von Seillinien, etwa in folgender Weise. Man zerlege die einfachen Momentflächen $ASB$ und $BRC$ in Streifen, deren mittlere Höhen mit $y$ und deren Breiten mit $\lambda$ bezeichnet werden mögen. Abb. 9. $\lambda$ wähle man innerhalb der einzelnen Oeffnungen wenn möglich gleich grofs. Jeden Streifen verwandle man in ein Rechteck mit der gleichen, beliebig gewählten Breite $b$ und der Höhe $y'$. Es ist dann $y'b = y\lambda$.

Die Ermittlung von $y' = y\frac{\lambda}{b}$ erfolgt mit Hülfe eines Winkels $\alpha$, der durch $tg\alpha = \frac{\lambda}{b}$ gegeben ist. Ist dies geschehen, so fasse man die $y'$ als senkrechte Kräfte auf, zeichne mit beliebigen Polweiten die Seilpolygone $A'S'B'$ und $B'R'C'$, trage die Schlufslinien $e_m$ und $e_{m+1}$ ein und ziehe von den Polen aus zu diesen Linien die Parallelen $O_m G$ und $O_{m+1}N$. Es ist dann nach einem bekannten Satze der graphischen Statik:

$$\text{Strecke } \overline{GK} = \frac{\sum_0^{l_m} y'x}{l_m} = \frac{\sum_0^{l_m} y\lambda x}{l_m b} = \frac{F_m \xi_m}{l_m b}.$$

Ebenso folgt:

$$\overline{KN} = \frac{F_{m+1}\xi'_{m+1}}{l_{m+1}b},$$

weshalb sich ergiebt:

$$\overline{GN} = \overline{GK} + \overline{KN} = \frac{1}{b}\left(\frac{F_m\xi_m}{l_m} + \frac{F_{m+1}\xi'_{m+1}}{l_{m+1}}\right) = \frac{T'_m(l_m + l_{m+1})}{2b}$$

und hieraus:

$$T'_m = \frac{2b}{l_m + l_{m+1}}\overline{GN}.$$

Bestimmt man nun im Abstande $\frac{1}{2}(l_m + l_{m+1})$ von der Senkrechten $FQ$ einen beliebigen Punkt $O$, verbindet $O$ mit $G$ und $N$ durch Geraden und trägt zwischen diese im Abstande $b$ von $O$ die Senkrechte $UV$ ein, so ist

$$\overline{UV} = \frac{2b}{l_m + l_{m+1}}\overline{GN} = T_m.$$

### § 3. Durchgehender Träger mit veränderlichem Querschnitte.

Das in den §§ 1 und 2 entwickelte Verfahren zur Bestimmung des $M$-Polygons läfst sich auch bei durchgehenden Trägern mit veränderlichem Ouerschnitte anwenden. Wir begnügen uns, wegen der geringeren Bedeutung dieses allgemeineren Falles, mit der Mittheilung der Ergebnisse und überlassen es dem Leser, sich dieselben mit Hülfe der bekannten Elasticitätsgleichungen abzuleiten.[1])

Ueber den beiden Oeffnungen $l_m$ und $l_{m+1}$ zeichne man ein Dreieck $AB_1C$ (Abb. 10a), dessen Höhe gleich der in beliebigem Mafsstabe aufzutragenden Zahl 1 ist, und dessen Spitze senkrecht über dem Stützpunkte $B$ liegt. Hierauf multiplicire man die Ordinaten $y$ der Geraden $AB_1$ und $B_1C$ mit $\frac{J_c}{J}$, wobei $J$ das Trägheitsmoment für denjenigen Querschnitt bedeutet, zu welchem die Ordinate $y$ gehört, während $J_c$ ein beliebiges, aber festes Trägheitsmoment vorstellt. Indem man nun die Werthe $y\frac{J_c}{J}$ als Ordinaten aufträgt, erhält man die in Fig. 10a schraffirte Fläche, deren über $l_m$ und $l_{m+1}$ gelegene Theile beziehungsweise die Inhalte

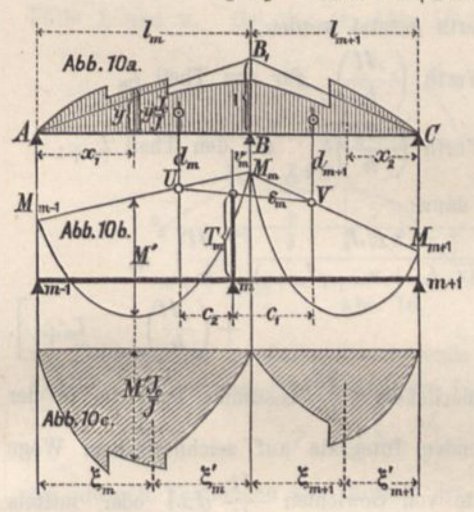
$$\mathfrak{F}_m = \varkappa_m l_m \text{ und } \mathfrak{F}_{m+1} = \varkappa_{m+1} l_{m+1}$$

haben mögen, und deren senkrechte Schwerachsen mit $d_m$ und $d_{m+1}$ bezeichnet werden sollen.

$\varkappa_m$ und $\varkappa_{m+1}$ sind Zahlen, welche z. B. im Falle $\frac{J_c}{J} = \text{Const.} = 1$ den Werth $\frac{1}{2}$ annehmen.

Trägt man nun eine Senkrechte $v_m$ ein, deren Abstände $c_1$ und $c_2$ von $d_{m+1}$ und $d_m$ der Bedingung

$$c_1 : c_2 = \varkappa_m l_m : \varkappa_{m+1} l_{m+1}$$




genügen, und bringt die Senkrechten $d_m$ und $d_{m+1}$ mit dem $M$-Polygone in $U$ und $V$ zum Schnitte, Abb. 10b, so mufs die Gerade $s_m$, welche die beiden Punkte $U$ und $V$ verbindet, auf der Senkrechten $v_m$ ein bestimmtes Moment $T_m$, dessen Werth wir sogleich angeben werden, abschneiden. Mit Hülfe dieses Gesetzes ist man im Stande, das $M$-Polygon in der im § 1 beschriebenen Weise zu ermitteln. An Stelle der früher benutzten Drittelsenkrechten $d$ und verschränkten Stützensenkrechten $v$ treten die oben bestimmten Linien $d$ und $v$.

Das Moment $T_m$ zerlegen wir in drei Theile. Wir schreiben

$$T_m = T'_m + T''_m + T'''_m,$$

wobei $T'_m$ den von der Belastung abhängigen Theil von $T_m$ vorstellt,

$T''_m$ den von den Stützenverschiebungen abhängigen Theil,

$T'''_m$ den von der Temperaturänderung abhängigen Theil.

Um $T'_m$ zu bestimmen, multiplicire man die Ordinaten $M'$ der einfachen Momentenlinien mit den für die verschiedenen Querschnitte verschieden grofsen Werthen $\frac{J_c}{J}$ und trage die Gröfsen $M'\frac{J_c}{J}$ als Ordinaten auf. Es ergeben sich die in der Fig. 10c schraffirten Flächen, welche man die verzerrten einfachen Momentenflächen zu nennen pflegt. Ihre senkrechten Schwerachsen mögen von den benachbarten Stützpunkten die Abstände $\xi_m$, $\xi'_m$ und $\xi_{m+1}$, $\xi'_{m+1}$ haben; ihre Flächeninhalte seien $F_m$ und $F_{m+1}$. Dann ist:

$$(9) \quad T'_m = \frac{1}{\varkappa_m l_m + \varkappa_{m+1} l_{m+1}}\left(\frac{F_m\xi_m}{l_m} + \frac{F_{m+1}\xi'_{m+1}}{l_{m+1}}\right),$$

welcher Ausdruck nach der im § 2 gegebenen Anleitung auf zeichnerischem Wege gefunden werden kann. Man hat nur nöthig, die einfachen Momentenflächen durch die verzerrten Flächen zu ersetzen und in Fig. 9 die Entfernung des Punktes 0 von der Senkrechten $FQ$ gleich $\varkappa_m l_m + \varkappa_{m+1} l_{m+1}$ anstatt $= \frac{1}{2}(l_m + l_{m+1})$ zu machen.

Weiter findet man

$$(10) \quad T''_m = -\frac{EJ_c\delta(l_m + l_{m+1})}{l_m l_{m+1}(\varkappa_m l_m + \varkappa_{m+1} l_{m+1})}$$

und

1) Mit sehr wenigen Ausnahmen ist es bekanntlich statthaft, das veränderliche Querschnitts-Trägheitsmoment durch einen festen Mittelwerth desselben zu ersetzen.

$$(11)\qquad T'''_m = \frac{\varepsilon E J_c}{\varkappa_m l_m + \varkappa_{m+1} l_{m+1}} \left( \int_0^{l_m} \frac{\Delta t}{h} \frac{x_1}{l_m} d x_1 + \int_0^{l_{m+1}} \frac{\Delta t}{h} \frac{x_2}{l_{m+1}} d x_2 \right),$$

wobei bezüglich der Bezeichnungen $x_1$ und $x_2$ auf Fig. 10a verwiesen wird. Für $\frac{\Delta t}{h}$ darf in der Regel innerhalb einer Oeffnung ein Mittelwerth gesetzt werden,

etwa der Werth $\left(\frac{\Delta t}{h}\right)_m$ für den Theil $l_m$

und der Werth $\left(\frac{\Delta t}{h}\right)_{m+1}$ für den Theil $l_{m+1}$.

Es ergiebt sich dann:

$$(12)\qquad T'''_m = \frac{\varepsilon E J_c}{2(\varkappa_m l_m + \varkappa_{m+1} l_{m+1})} \left[ \left(\frac{\Delta t}{h}\right)_m l_m + \left(\frac{\Delta t}{h}\right)_{m+1} l_{m+1} \right].$$

Bei stark veränderlichem $\frac{\Delta t}{h}$ bestimme man die in der Gleichung (11) stehenden Integrale auf zeichnerischem Wege (als statische Momente von Gewichten $\frac{\Delta t}{h} dx$) oder mittels des Momentenplanimeters oder mit Hülfe der Simpson'schen Formel.

### § 4. Biegungsspannungen in Fachwerken, deren Gurtungen mit einander vernietet, und deren Wandglieder gelenkartig befestigt sind.

Zwischen den in drei aufeinanderfolgenden Knoten $(m-1)$, $m$, $(m+1)$ einer Gurtung auftretenden Biegungsmomenten $M_{m-1}$, $M_m$, $M_{m+1}$ besteht bei Vernachlässigung der an den Gelenken auftretenden Reibungswiderstände und unter der Voraussetzung, dafs sich die in einem Knoten zusammentreffenden Stabachsen in einem Punkte scheiden, die Beziehung

$$(13)\qquad M_{m-1} l_m + 2 M_m (l_m + l_{m+1}) + M_{m+1} l_{m+1} = N_m,$$

wo $\quad l_m = s_m \frac{J_c}{J_m}, \quad l_{m+1} = s_{m+1} \frac{J_c}{J_{m+1}}$

und, falls sämtliche Lasten in den Knotenpunkten angreifen,

$$(14)\qquad N_m = 6 J_c E \Delta \vartheta_m.$$

Hierbei bedeuten:

$s_m$ und $s_{m+1}$ die Längen der dem Knotenpunkte $m$ benachbarten Gurtstäbe,

$J_m$ und $J_{m+1}$ die Trägheitsmomente der Querschnitte dieser Stäbe, bezogen auf die Schwerachsen senkrecht zur Ebene des Fachwerks,

$\vartheta_m$ den Randwinkel bei $m$, Abb. 11,

$J_c$ ein beliebiges festes Querschnittsträgheitsmoment.

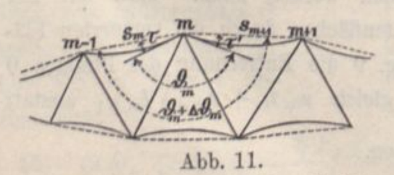


Abb. 11.

Die Momente sind positiv angenommen, sobald die Gurtstäbe (wie in Abb. 11) nach innen gebogen werden.

Die Entwicklung der Gleichungen (13) und (14) gab der Verfasser bereits (einschliefslich der Berechnung der $\Delta\vartheta$) in einer Abhandlung: „Zur Theorie der Biegungsspannungen in Fachwerksträgern“, welche in der Allgemeinen Bauzeitung, Wien, 1885 veröffentlicht ist.[1]) In dieser Arbeit ist auch der Werth von $N_m$ für den Fall angegeben, dafs sich die in einem Knoten $m$ zusammentreffenden Stabachsen nicht in einem und demselben Punkte schneiden, und schliefslich ist gezeigt worden, wie man sowohl das Eigengewicht der Gurtstäbe als auch den Einflufs der Durchbiegungen dieser Stäbe auf die Biegungsmomente berücksichtigen kann.

Der Umstand, dafs die Gleichung (13) von der Clapeyronschen Art ist, veranlafste den Verfasser bereits in der genannten Abhandlung an Stelle der gebrochenen Gurtung einen ursprünglich geraden, über mehrere Stützen reichenden Balken von überall gleichem Querschnitte zu betrachten, dessen Felder die Längen $l_1$, $l_2$, $l_3$, $\ldots l_m \ldots$ haben und dessen Momentenpolygon durch die Ordinaten $\ldots M_{m-1}$, $M_m$, $M_{m+1} \ldots$ gegeben ist. Derselbe soll in der Folge der **stellvertretende Balken** genannt werden.

Zur Darstellung des $M$-Polygons benutzen wir nun das im § 1 entwickelte Verfahren, welches schneller und übersichtlicher zum Ziele führt, als der vom Verfasser in seiner früheren Arbeit angegebene Weg. Das Moment $T_m$ wird

$$(15)\qquad T_m = \frac{N_m}{3(l_m + l_{m+1})} = \frac{2 J_c E \Delta \vartheta_m}{l_m + l_{m+1}}.$$

Wir betrachten die folgenden Fälle:

I. Fachwerk mit Endständern.

Wird das Momentenpolygon für die obere Gurtung des in Abb. 13 dargestellten Trägers mit 4 Feldern gesucht, so berechne man die Winkeländerungen $\Delta\vartheta_1$, $\Delta\vartheta_2$, $\Delta\vartheta_3$, hierauf die Momente

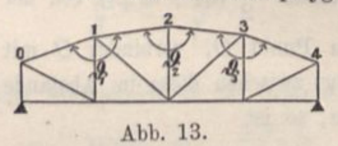


Abb. 13.

$$T_1 = \frac{2 E J_c \Delta \vartheta_1}{l_1 + l_2} \quad \text{bis} \quad T_3 = \frac{2 E J_c \Delta \vartheta_3}{l_3 + l_4}$$

und zeichne den stellvertretenden Balken mit den Feldlängen

$$l_1 = s_1 \frac{J_c}{J_1} \quad \text{bis} \quad l_4 = s_4 \frac{J_c}{J_4}.$$

Nach Eintragung der Drittelsenkrechten $d$ und verschränkten Drittelsenkrechten $v$ (vgl. Abb. 7), bestimme man, von dem mit Stützpunkt 0 zusammenfallenden Festpunkte $L_1$ ausgehend, die Festpunkte $L_2$ bis $L_4$ und zeichne den Linienzug $L'_1$ $L'_2$ $L'_3$ $L'_4$, dessen Seiten auf den Senkrechen $v_1$, $v_2$, $v_3$, die Momente $T_1$, $T_2$, $T_3$ abschneiden, worauf durch den Stützpunkt 4 und durch $L'_4$ die Gerade $g_4$ und schliefslich der aus den Geraden $g_3$ bis $g_1$ (welche durch $L'_3$, $L'_2$ und 0 gehen müssen) bestehende Linienzug gefunden werden kann. Die Geraden $g$ sind die Seiten des gesuchten $M$-Polygons.

In gleicher Weise kann das $M$-Polygon für die untere Gurtung gefunden werden.

---

1) Die Ausschlagwinkel $\tau$ und $\tau'$ (Abb. 11) sind bekanntlich

$$\tau = \frac{s_m}{6 E J_m} (M_{m-1} + 2 M_m) \; ; \; \tau' = \frac{s_{m+1}}{6 E J_{m+1}} (M_{m+1} + 2 M_m).$$

Setzt man $\tau + \tau' = \Delta \vartheta_m$, so erhält man Gleichung (13). Die Winkel $\vartheta$ setzen sich aus Dreieckswinkeln zusammen, und die Aenderung eines Dreieckswinkels $\alpha_1$ (Abb. 12) kann mittels der Gleichung

$$E \Delta \alpha_1 = (\sigma_1 - \sigma_2) \operatorname{cotg} \alpha_3 + (\sigma_1 - \sigma_3) \operatorname{cotg} \alpha_2$$

berechnet werden, wenn $\sigma_1$, $\sigma_2$, $\sigma_3$ die in den drei Seiten herrschenden Spannungen bedeuten. Dabei ist $\sigma = \frac{S}{F}$, wobei $S$ die Spannkraft, $F$ die Querschnittsfläche des fraglichen Stabes bedeutet. Es ist zulässig, die $S$ unter der Voraussetzung zu berechnen, dafs auch die Gurtstäbe in Gelenken aneinanderhängen. Die Querschnittsflächen sind voll (d. h. ohne Abzug für Nietschwächung) einzuführen.

Abb. 12.

Auch für den Fall einer zusammenhängenden oberen und unteren Gurtung führt das beschriebene Verfahren zum Ziele, vorausgesetzt, dafs mindestens ein Knotenpunktsmoment $= 0$ ist.

II. Es ist kein Knotenpunktsmoment $= 0$. Die Senkrechte durch die Mitte des Trägers ist in Bezug auf Trägerform und Belastung eine Symmetrieachse.

1. Fall. Die Symmetrieachse enthält keinen Knotenpunkt. Die Bezifferung der Knotenpunkte ist aus Abb. 14 zu ersehen. Zwischen den drei aufeinander folgenden Momenten $M_0$, $M_1$, $M_2$ (von denen die beiden ersteren gleich grofs sind) besteht die Beziehung

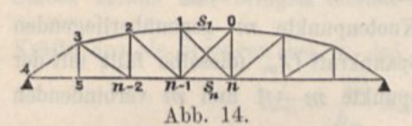


Abb. 14.

$$M_0 l_1 + 2 M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_1 = N_1,$$

welche sich auch schreiben läfst:

$$2 M_1 (l'_1 + l_2) + M_2 l_2 = N_1,$$

wo $l'_1 = 1{,}5 l_1$; und ebenso ergiebt sich (mit $l'_n = 1{,}5 l_n$)

$$M_{n-2} l_{n-1} + 2 M_{n-1} (l_{n-1} + l'_n) = N_{n-1}.$$

Diese Gleichungen lassen sich nun als die 1te bezw. $(n-1)$te Clapeyronsche Bedingung eines an den Enden frei aufliegenden, durchgehenden Balkens $0\ 1\ 2 \dots (n-1)\ n$ deuten. Die Längen der beiden äufsersten Felder sind:

$$l'_1 = 1{,}5 s_1 \frac{J_c}{J_1} \quad \text{und} \quad l'_n = 1{,}5 s_n \frac{J_c}{J_n};$$

für die übrigen $l$ gilt die Gleichung

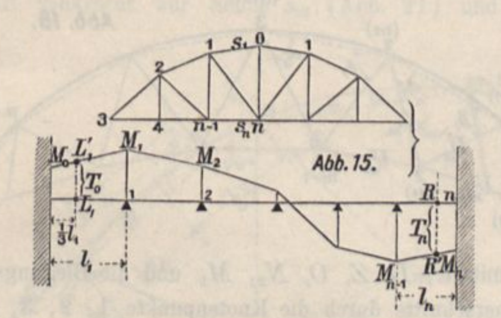
$$l_m = s_m \frac{J_c}{J_m}.$$

Nach Berechnung von $\varDelta\vartheta_1$ bis $\varDelta\vartheta_{n-1}$ und

$$T_1 = \frac{2 J_c E \varDelta\vartheta_1}{l'_1 + l_2} \text{ bis } T_{n-1} = \frac{2 J_c E \varDelta_{n-1}}{l_{n-1} + l'_n}$$

wird die Bestimmung des $M$-Polygons genau wie vorhin durchgeführt.

2. Fall. In der Symmetrieachse liegen 2 Knotenpunkte; dieselben erhalten die Ordnungsziffern 0 und $n$, Abb. 15.




Zwischen den drei aufeinander folgenden Knotenpunktsmomenten $M_1$, $M_0$, $M_1$ besteht die Gleichung

$$M_1 l_1 + 2 M_0 (l_1 + l_1) + M_1 l_1 = N_0,$$

aus welcher folgt:

$$\frac{2}{3} M_0 + \frac{1}{3} M_1 = \frac{N_0}{6 l_1} = T_0,$$

und ähnlich ergiebt sich

$$\frac{1}{3} M_{n+1} + \frac{2}{3} M_n = \frac{N_n}{6 l_n} = T_n.$$

Die im ersten Felde des stellvertretenden Balkens im Abstande $\frac{1}{3} l_1$ vom Stützpunkte 0 gelegene Ordinate des $M$-Polygons ist nun:

$$\overline{L_1 L'_1} = \frac{2}{3} M_0 + \frac{1}{3} M_1 = T_0$$

und die im letzten Felde im Abstande $\frac{1}{3} l_n$ vom Stützpunkte $n$ gelegene:

$$\overline{RR'} = \frac{2}{3} M_n + \frac{1}{3} M_{n-1} = T_n,\text{[1]}$$

sodafs zwei Punkte des $M$-Polygons von vornherein bekannt sind. Dieses Polygon läfst sich also mit Hülfe des im § 1 beschriebenen Verfahrens zeichnen. Vgl. Abb. 6.

3. Fall. Die Symmetrieachse enthält nur einen Knotenpunkt. Es handelt sich hier um eine Verbindung der Fälle 1 und 2. Bei der in Abb. 16 gewählten Bezeichnung

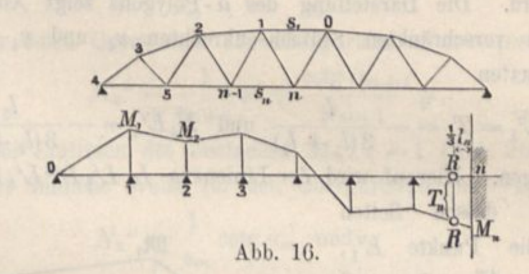


Abb. 16.

der Knotenpunkte ist der stellvertretende Balken bei 0 frei aufliegend. Sein erstes Feld besitzt die Länge

$$l'_1 = 1{,}5 s_1 \frac{J_c}{J_1};$$

die übrigen Feldlängen sind mittels der Formel

$$l_m = s_m \frac{J_c}{J_m}$$

zu berechnen. Die im letzten Felde in der Entfernung $\frac{1}{3} l_n$ vom Stützpunkte $n$ gelegene Ordinate des $M$-Polygons ist

$$\overline{RR'} = T_n.\text{[2]}$$

III. Es ist kein Knotenpunktsmoment gleich Null, und es besteht keine Symmetrie.

Wir erläutern den bei der Ermittlung der Knotenpunktsmomente $M$ einzuschlagenden Weg an dem in Abb. 17a dargestellten Träger. Es bestehen, aufser der Beziehung:

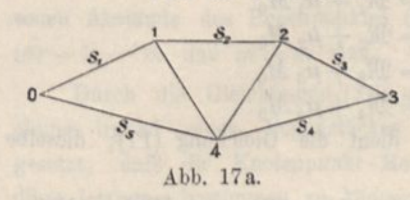


Abb. 17a.

$$(17) \qquad M_4 l_5 + 2 M_0 (l_5 + l_1) + M_1 l_1 = N_0,$$

noch die Gleichungen:

$$(18) \quad \begin{cases} M_0 l_1 + 2 M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = N_1 \\ M_1 l_2 + 2 M_2 (l_2 + l_3) + M_3 l_3 = N_2 \\ M_2 l_3 + 2 M_3 (l_3 + l_4) + M_4 l_4 = N_3 \\ M_3 l_4 + 2 M_4 (l_4 + l_5) + M_0 l_5 = N_4. \end{cases}$$

Wir betrachten zunächst nur die Gleichungen (18), sehen $M_0$ als gegeben an, schaffen die Glieder $M_0 l_1$ und $M_0 l_5$ auf die rechte Seite und erhalten:

$$(19) \quad \begin{cases} 2 M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = N_1 - M_0 l_1 \\ M_1 l_2 + 2 M_2 (l_2 + l_3) + M_3 l_3 = N_2 \\ M_2 l_3 + 2 M_3 (l_3 + l_4) + M_4 l_4 = N_3 \\ M_3 l_4 + 2 M_4 (l_4 + l_5) \qquad = N_4 - M_0 l_5. \end{cases}$$

Nun bezeichnen wir mit

$\mathfrak{M}_1$, $\mathfrak{M}_2$, $\mathfrak{M}_3$, $\mathfrak{M}_4$ diejenigen Werthe, welche die Unbekannten $M_1$ bis $M_4$ annehmen würden, wenn $M_0 = 0$ wäre,

1) In Abb. 15 ist $T_n$ negativ angenommen worden.

2) In Abb. 16 ist $T_n$ negativ angenommen worden.

und mit

$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$ die Werthe jener Unbekannten für den Fall, dafs sämtliche Glieder $N$ der obigen Gleichungen verschwinden und $M_0 = 1$ wird.

Die Momente $\mathfrak{M}$ lassen sich mit Hülfe des unter I. gegebenen Verfahrens bestimmen; dasselbe ist ja brauchbar, sobald ein Knotenpunktsmoment (hier $M_0$) gleich Null ist. Aber auch die Werthe $\mu$ ergeben sich mit Hülfe jenes Verfahrens, indem $T_1 = -\frac{l_1}{3(l_1+l_2)}$, $T_2 = 0$, $T_3 = 0$, $T_4 = -\frac{l_5}{3(l_4+l_5)}$ [1]) gesetzt wird. Die Darstellung des $\mu$-Polygons zeigt Abb. 17b. Auf den verschränkten Stützensenkrechten $v_1$ und $v_4$ werden die Ordinaten

$$\overline{E_1E'_1} = T_1 = -\frac{l_1}{3(l_1+l_2)} \text{ und } \overline{E_4E'_4} = -\frac{l_5}{3(l_4+l_5)}$$

aufgetragen. Hierauf wird der Linienzug $L_1 L'_2 L'^3 L'_4 L'_5$ gezeichnet, dessen Seiten durch die Punkte $E'_1$, $E_2$, $E_3$, $E'_4$ gehen und dessen Ecken in den Senkrechten durch die Festpunkte $L_2$, $L_3$, $L_4$, $L_5$ liegen. Diese Eckpunkte $L'$ sind Punkte des gesuchten $\mu$-Polygons, welches durch die äufsersten Stützpunkte (0) des stellvertretenden Balkens geht, und dessen Eckpunkte in den Stützen-Senkrechten liegen.

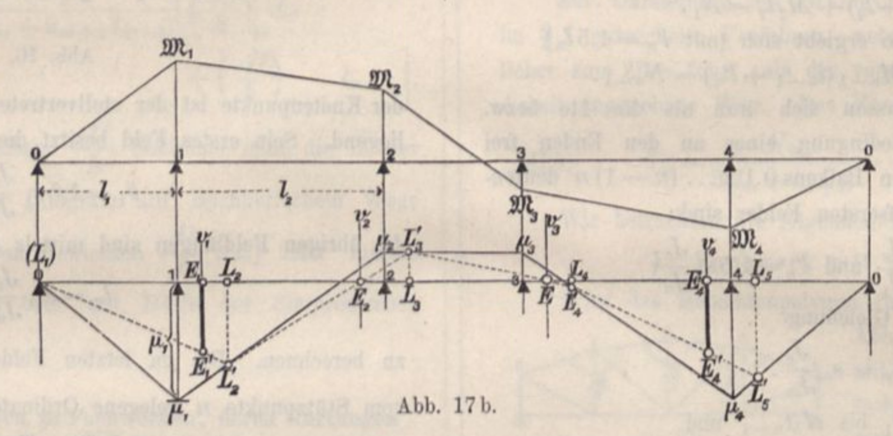


Abb. 17b.

Nach Ermittlung der $\mathfrak{M}$ und $\mu$ findet man die wirklichen Werthe der Momente $M$:

$$M_1 = \mathfrak{M}_1 + \mu_1 M_0$$
$$M_2 = \mathfrak{M}_2 + \mu_2 M_0$$
$$M_3 = \mathfrak{M}_3 + \mu_3 M_0$$
$$M_4 = \mathfrak{M}_4 + \mu_4 M_0.$$

Zur Berechnung von $M_0$ dient die Gleichung (17); dieselbe geht über in

$$(\mathfrak{M}_4 + \mu_4 M_0) l_5 + 2 M_0 (l_5 + l_1) + (\mathfrak{M}_1 + \mu_1 M_0) l_1 = N_0$$

und liefert:

$$(20) \qquad M_0 = \frac{N_0 - \mathfrak{M}_1 l_1 - \mathfrak{M}_4 l_5}{2(l_1+l_5) - \mu_1 l_1 - \mu_5 l_5}.$$

### § 5. Fachwerk-Träger mit einer gekrümmten Gurtung.

Wir entwickeln nun die Theorie eines in neuerer Zeit mehrfach als Dachbinder ausgeführten und in Abb. 18 dargestellten Trägers, dessen Obergurtstäbe gekrümmt sind und in den Knotenpunkten ohne Gelenke aneinanderhängen, während die Untergurtstäbe und Wandglieder gerade und gelenkartig befestigt sind. Es möge eine beliebige Belastung vorausgesetzt werden und auch dahingestellt bleiben, ob die Lasten ausschliefslich in den Knotenpunkten angreifen oder nicht.

Die Untersuchung des Trägers beginnt man zweckmäfsig mit der Berechnung derjenigen Spannkräfte und Biegungsmomente, durch welche die Querschnitte der verschiedenen Stäbe für den Fall beansprucht werden, dafs auch die Obergurtstäbe in den Knotenpunkten gelenkartig miteinander befestigt werden. Wie diese einfache Berechnung durchzuführen ist, setzen wir hier als bekannt voraus; wir nehmen an, sie habe ergeben:

für den dem oberen Knotenpunkte $m$ gegenüberliegenden Untergurtstab die Spannkraft $U'_m$,

für die vom unteren Knotenpunkte $m$ ausgehenden Wandglieder die Spannkräfte $D'_m$ und $Z'_m$,

für den dem unteren Knotenpunkte $m$ gegenüberliegenden Obergurtstab die Spannkraft $O'_m$ (dieselbe fällt mit der die oberen Knotenpunkte $m-1$ und $m$ verbindenden Sehne zusammen),

für irgend einen Querschnitt der oberen Gurtung das Moment $M'_x$ und die (senkrecht zum Querschnitte wirkende) Längskraft $N'_x$.

Die Kräfte $U'$, $D'$, $Z'$, $O'$, $N'_x$ sollen positiv angenommen werden, sobald sie Zugkräfte sind. $M'_x$ sei positiv gesetzt, sobald es in dem untersten Punkte des Querschnitts Zugspannungen hervorruft, sobald es also bestrebt ist, den Krümmungshalbmesser der Stabachse zu vergröfsern.

Die in Wirklichkeit (d. h. bei Fortfall der zunächst in der oberen Gurtung angenommenen Gelenke) auftretenden Spannkräfte, Längskräfte und Biegungsmomente bezeichnen wir mit $U$, $D$, $Z$, $O$, $N_x$, $M_x$ und die Biegungsmomente für die Querschnitte durch die Knotenpunkte $1, 2, 3, \ldots m \ldots$ der oberen Gurtung mit $M_1$, $M_2$, $M_3$, $\ldots M_m \ldots$ (Knotenpunktsmomente).

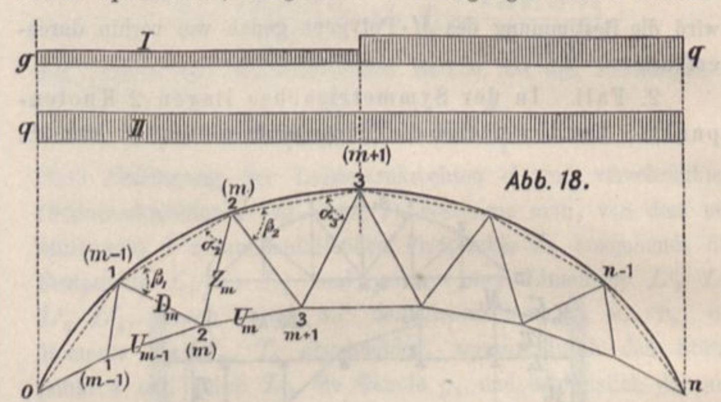


Abb. 18.

Um den Einflufs dieser Momente auf die Werthe $U$, $D$, $Z$, $O$, $N_x$, $M_x$ festzustellen, setzen wir zunächst voraus, es sei $M_m = 1$, während die übrigen Knotenpunktsmomente und alle auf den Träger wirkenden äufseren Kräfte gleich Null sind. Der betreffende Belastungszustand ist in Abb. 19 dargestellt

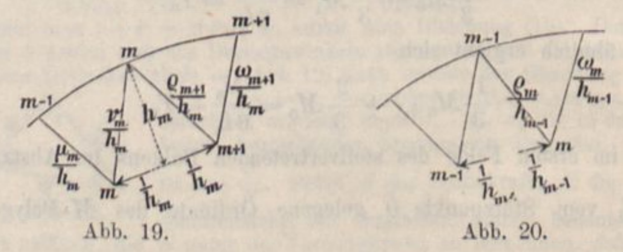


Abb. 19. Abb. 20.

1) Schreibt man zunächst, entsprechend der Gleichung 19 und mit Beachtung der früheren Entwicklungen, $T_1 = \frac{N_1 - M_0 l_1}{3(l_1+l_2)}$, $T_2 = \frac{N_2}{3(l_2+l_3)}$, usw. und setzt hierauf $N_1 = 0$, $N_2 = 0, \ldots$ und $M_0 = 1$, so ergeben sich obige Werthe $T$.

worden; er heifse kurz „der Zustand $M_m = 1$". Die Stäbe links von der Diagonale $(m-1)-m$ und rechts von der Diagonale $(m+1)-(m+1)$ sind beim Eintreten dieses Zustandes spannungslos.

Wir bezeichnen mit $h_m$ das Loth vom oberen Knotenpunkte $m$ auf den Untergurtstab $m-(m+1)$, denken uns in diesem Stabe den Druck $\frac{1}{h_m}$ thätig, schneiden ein Stück des Stabes heraus und bringen hierauf die Kräfte $\frac{1}{h_m}$ als äufsere Kräfte an; sie erzeugen bei $m$ das Biegungsmoment

$$M_m = \frac{1}{h_m} \cdot h_m = 1.$$

Die in den Wandgliedern durch die Kräfte $\frac{1}{h_m}$ hervorgerufenen Spannkräfte seien beziehungsweife

$$\frac{\mu_m}{h_m}, \quad \frac{\nu_m}{h_m}, \quad \frac{\varrho_{m+1}}{h_m}, \quad \frac{\omega_{m+1}}{h_m},$$

wobei also $\mu_m$, $\nu_m$, $\varrho_{m+1}$, $\omega_{m+1}$ diejenigen Spannkräfte bedeuten, welche entstehen, sobald an Stelle der Kräfte $\frac{1}{h_m}$ die Kräfte 1 treten; sie werden am besten zeichnerisch bestimmt.

In gleicher Weise wurde in Abb. 20 der Zustand $M_{m-1} = 1$ behandelt. Die Betrachtung beider Zustände führt sofort zu den Gleichungen

$$(21) \quad \begin{cases} U_m = U_m' - \dfrac{M_m}{h_m} \\ D_m = D_m' + \mu_m \dfrac{M_m}{h_m} + \varrho_m \dfrac{M_{m-1}}{h_{m-1}} \\ Z_m = Z_m' + \nu_m \dfrac{M_m}{h_m} + \omega_m \dfrac{M_{m-1}}{h_{m-1}}, \end{cases}$$

mit deren Hülfe sich die Spannkräfte in den Fachwerkstäben berechnen lassen, sobald die Knotenpunkt-Momente gegeben sind.

Zerlegt man jetzt die bei Eintreten des Zustandes $M_m = 1$ in der Diagonale $(m-1)-m$ wirksame Spannkraft in eine Seitenkraft senkrecht zur Sehne $s_m$ (Abb. 21) und in eine

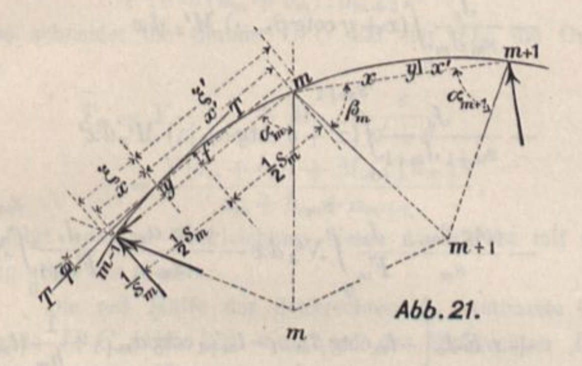



Abb. 21.

Seitenkraft in der Richtung von $s_m$, so mufs erstere $= \frac{1}{s_m}$ und letztere $= \frac{1}{s_m} \operatorname{cotg} \beta_{m-1}$ sein; denn das Moment bei $m$ mufs sein:

$$M_m = \frac{1}{s_m} \cdot s_m = 1.$$

Es ergiebt sich deshalb, mit den aus der Abb. 21 (in welcher $TT$ eine Tangente an die Bogenachse bedeutet) ersichtlichen Bezeichnungen, für den bei $x$ gelegenen Querschnitt des $m$ten Obergurtstabes die Längskraft

$$N_x'' = \frac{1}{s_m} \operatorname{cotg} \beta_{m-1} \cos \varphi - \frac{1}{s_m} \sin \varphi,$$

wofür, wegen des sehr kleinen Winkels $\varphi$, stets geschrieben werden darf:

$$(22) \quad N_x'' = \frac{1}{s_m} \operatorname{cotg} \beta_{m-1},$$

und ebenso folgt für den $(m+1)$ten Obergurtstab:

$$(23) \quad N_x'' = \frac{1}{s_{m+1}} \operatorname{cotg} \alpha_{m+1}.$$

Das dem Zustande $M_m = 1$ entsprechende Biegungsmoment ist für den bei $x$ gelegenen Querschnitt des Stabes $(m-1)-m$:

$$(24) \quad M_x'' = \frac{1}{s_m} x + \frac{\operatorname{cotg} \beta_{m-1}}{s_m} y$$

und für einen Querschnitt des Obergurtstabes $m-(m+1)$:

$$(25) \quad M_x'' = \frac{1}{s_{m+1}} x' + \frac{\operatorname{cotg} \alpha_{m+1}}{s_{m+1}} y.$$

Bei Eintreten des Zustandes $M_{m-1} = 1$ (Abb. 20) ergiebt sich auf ähnliche Weise für den Obergurtstab $(m-1)-m$:

$$N_x'' = \frac{1}{s_m} \operatorname{cotg} \alpha_m \quad \text{und}$$

$$M_x'' = \frac{1}{s_m} x' + \frac{\operatorname{cotg} \alpha_m}{s_m} y,$$

und es leuchtet ein, dafs die in Wirklichkeit an der Stelle $x$ hervorgerufenen Werthe $N_x$ und $M_x$ durch die Gleichungen gegeben sind:

$$(26) \quad \begin{cases} N_x = N'_x + \dfrac{1}{s_m} (\operatorname{cotg} \beta_{m-1} M_m + \operatorname{cotg} \alpha_m M_{m-1}) \\ M_x = M_x' + \dfrac{1}{s_m} [(x + y \operatorname{cotg} \beta_{m-1}) M_m \\ \qquad + (x' + y \operatorname{cotg} \alpha_m) M_{m-1}]. \end{cases}$$

Der zweite Ausdruck läfst sich noch umformen in

$$(27) \quad M_x = M_x' + \frac{1}{s_m} (\xi M_m + \xi' M_{m-1}),$$

wobei $\xi$ und $\xi'$ beziehungsweise die parallel zur Sehne gemessenen Abstände des Bogenpunktes $(x, y)$ von den Diagonalen $(m-1)-m$ und $m-m$ sind. Vergl. Abb. 21.

Durch die Gleichungen (26) und (27) ist die Beanspruchung irgend eines Bogenstückes völlig bestimmt, vorausgesetzt, dafs die Knotenpunkt-Momente gegeben sind. Um diese letzteren bestimmen zu können, sind $(n-1)$ Elasticitätsgleichungen nöthig. Wir erhalten dieselben durch Anwendung des Gesetzes der virtuellen Verschiebungen auf die $(n-1)$ Zustände: $M_1 = 1$, $M_2 = 1$, $M_3 = 1, \ldots . M_m = 1, \ldots . M_{m-1} = 1$, indem wir — zunächst unter der Voraussetzung willkürlicher Formänderungen — die von den äufseren Kräften geleistete virtuelle Arbeit gleich der virtuellen Formänderungsarbeit setzen und schliefslich an Stelle der virtuellen die wirklichen Verschiebungen einführen.

Bezeichnen wir mit $u_m$, $d_m$, $z_m$ die Längen der durch die Spannkräfte $U_m$, $D_m$, $Z_m$ beanspruchten Fachwerkstäbe mit $ds'$ die Länge des Elementes der Achse der oberen Gurtung, mit $\Delta u_m$, $\Delta d_m$, $\Delta z_m$, $\Delta ds'$ die zunächst willkürlichen Aenderungen der genannten Längen, und mit $\Delta d\varphi$ die ebenfalls willkürliche Aenderung des Winkels $d\varphi$, so folgt aus dem Gesetze der virtuellen Verschiebungen für den in Abb. 19 dargestellten Belastungszustand $M_m = 1$ die Gleichung:

$$(28) \quad \frac{1}{h_m} \Delta u_m = \frac{\mu_m}{h_m} \Delta d_m + \frac{\nu_m}{h_m} \Delta z_m + \frac{\varrho_{m+1}}{h_m} \Delta d_{m+1} + \frac{\omega_{m+1}}{h_m} \Delta z_{m+1} + \int N_x'' \Delta ds' + \int M_x'' \Delta d\varphi,$$

deren Integrale sich über das Stück $(m-1)-(m+1)$ der oberen Gurtung erstrecken. Bezeichnet weiter:

$F_{um}$ den Inhalt des Querschnittes des Stabes $u_m$,
$F_{dm}$ „ „ „ „ „ „ $d_m$,
$F_{zm}$ „ „ „ „ „ „ $z_m$,
$F_m$ „ „ „ „ „ „ $s_m$ [1])
$J_m$ das auf die zur Kräfteebene senkrechte Schwerachse des Querschnittes $F_m$ bezogene Trägheitsmoment dieses Querschnittes,
$t_{um}$ die Aenderung der Temperatur des Stabes $u_m$,
$t_{dm}$ „ „ „ „ „ „ $d_m$,
$t_{zm}$ „ „ „ „ „ „ $z_m$,
$t_m$ „ „ „ „ „ „ $s_m$,
$\varepsilon$ die Ausdehnungsziffer für den Temperaturunterschied 1 (= 0,000012 für Schmiedeeisen),

und wird die Temperaturänderung für alle Punkte eines und desselben Stabes gleich grofs vorausgesetzt, so ist in die Gleichung (28) zu setzen:

$$\Delta u_m = \frac{U_m u_m}{EF_{um}} + \varepsilon t_{um} u_m ;$$

$$\Delta d_m = \frac{D_m d_m}{EF_{dm}} + \varepsilon t_{dm} d_m ;$$

$$\Delta z_m = \frac{Z_m z_m}{EF_{zm}} + \varepsilon t_{zm} z_m ;$$

für den Stab $s_m$:

$$\Delta ds' = \frac{N_x ds'}{EF_m} + \varepsilon t_m ds' \; ; \quad \Delta d\varphi = \frac{M_x ds'}{EJ_m} ;$$

$$N_x'' = \frac{1}{s_m} \operatorname{cotg} \beta_{m-1} \quad ; \quad M_x'' = \frac{x + y \operatorname{cotg} \beta_{m-1}}{s_m}$$

und für den Stab $s_{m+1}$:

$$\Delta ds' = \frac{N_x ds'}{EF_{m+1}} + \varepsilon t_{m+1} ds' \; ; \quad \Delta d\varphi = \frac{M_x ds'}{EJ_{m+1}} ;$$

$$N_x'' = \frac{1}{s_{m+1}} \operatorname{cotg} \alpha_{m+1} \quad ; \quad M_x'' = \frac{x' + y \operatorname{cotg} \alpha_{m+1}}{s_{m+1}} .$$

Wird $dx$ an die Stelle von $ds'$ gesetzt (was stets zulässig ist) und die Gleichung (28) mit $EJ_c$ multiplicirt, wobei $J_c$ ein beliebiges Querschnittsträgheitsmoment bedeutet, so ergiebt sich die Bedingung:

$$(29) \quad \frac{1}{s_m} \frac{J_c}{J_m} \int_0^{s_m} (x + y \operatorname{cotg} \beta_{m-1}) \, M_x \, dx$$
$$+ \frac{1}{s_{m+1}} \frac{J_c}{J_{m+1}} \int_0^{s_{m+1}} (x' + y \operatorname{cotg} \alpha_{m+1}) \, M_x \, dx'$$
$$+ \frac{\operatorname{cotg} \beta_{m-1}}{s_m} \frac{J_c}{F_m} \int_0^{s_m} (N_x + \varepsilon E t_m F_m) \, dx$$
$$+ \frac{\operatorname{cotg} \alpha_{m+1}}{s_{m+1}} \frac{J_c}{F_{m+1}} \int_0^{s_{m+1}} (N_x + \varepsilon E t_{m+1} F_{m+1}) \, dx$$
$$- \frac{J_c}{h_m} \left[ \frac{U_m}{F_{um}} u_m - \mu_m \frac{D_m}{F_{dm}} d_m - \nu_m \frac{Z_m}{F_{zm}} z_m \right.$$
$$\left. - \varrho_{m+1} \frac{D_{m+1}}{F_{d(m+1)}} d_{m+1} - \omega_{m+1} \frac{Z_{m+1}}{F_{z(m+1)}} z_{m+1} \right]$$
$$- \frac{\varepsilon E J_c}{h_m} \left[ t_{um} u_m - \mu_m t_{dm} d_m - \nu_m t_{zm} z_m \right.$$
$$\left. - \varrho_{m+1} t_{d(m+1)} d_{m+1} - \omega_{m+1} t_{z(m+1)} z_{m+1} \right] = 0 .$$

---

1) Den Obergurtstab $(m-1)-m$ wollen wir der Kürze wegen den Stab $s_m$ nennen.

Drückt man jetzt $U, D, Z$ mit Hülfe der Gleichungen (21) aus, und $M_x$, $N_x$ mittels der Gleichungen 26, so erhält man die Elasticitätsbedingung:

$$(30) \quad a_m M_{m-1} + b_m M_m + a_{m+1} M_{m+1} = C_m$$

wobei:

$$a_m = \frac{1}{s_m} \left[ \frac{J_c}{s_m J_m} \int_0^{s_m} (x + y \operatorname{cotg} \beta_{m-1}) (x' + y \operatorname{cotg} \alpha_m) \, dx \right.$$
$$\left. + \frac{J_c}{F_m} \operatorname{cotg} \beta_{m-1} \operatorname{cotg} \alpha_m \right]$$
$$+ \frac{J_c}{h_m h_{m-1}} \left( \frac{\mu_m \varrho_m d_m}{F_{dm}} + \frac{\nu_m \omega_m z_m}{F_{zm}} \right),$$

$$b_m = \frac{1}{s_m} \left[ \frac{J_c}{s_m J_m} \int_0^{s_m} (x + y \operatorname{cotg} \beta_{m-1})^2 dx + \frac{J_c}{F_m} \operatorname{cotg}^2 \beta_{m-1} \right]$$
$$+ \frac{1}{s_{m+1}} \left[ \frac{J_c}{s_{m+1} J_{m+1}} \int_0^{s_{m+1}} (x' + y \operatorname{cotg} \alpha_{m+1})^2 \, dx \right.$$
$$\left. + \frac{J_c}{F_{m+1}} \operatorname{cotg}^2 \alpha_{m+1} \right]$$
$$+ \frac{J_c}{h_m^2} \left( \frac{u_m}{F_{um}} + \frac{\mu_m^2 d_m}{F_{dm}} + \frac{\nu_m^2 z_m^2}{F_{zm}} + \frac{\varrho_{m+1}^2 d_{m+1}}{F_{d(m+1)}} + \frac{\omega_{m+1}^2 z_{m+1}}{F_{z(m+1)}} \right),$$

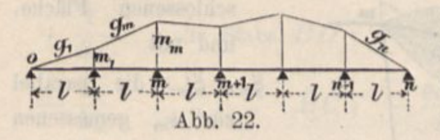
$$a_{m+1} = \frac{1}{s_{m+1}} \left[ \frac{J_c}{s_{m+1} J_{m+1}} \int_0^{s_{m+1}} (x + y \operatorname{cotg} \beta_m)(x' + y \operatorname{cotg} \alpha_{m+1}) \, dx \right.$$
$$\left. + \frac{J_c}{F_{m+1}} \operatorname{cotg} \beta_m \operatorname{cotg} \alpha_{m+1} \right]$$
$$+ \frac{J_c}{h_m h_{m+1}} \left( \frac{\mu_{m+1} \varrho_{m+1} d_{m+1}}{F_{d(m+1)}} + \frac{\nu_{m+1} \omega_{m+1} z_{m+1}}{F_{z(m+1)}} \right),$$

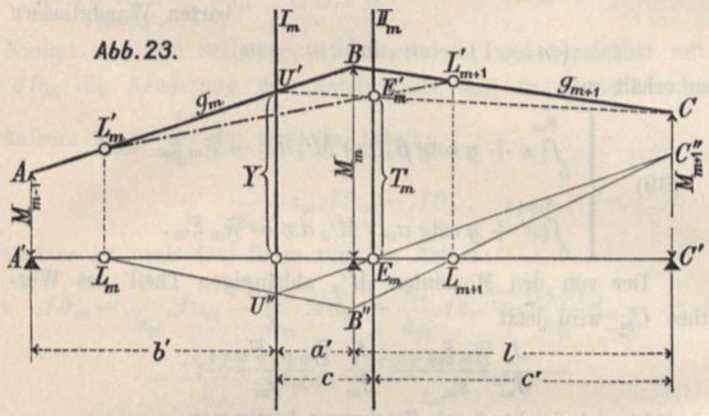
$$C_m = \frac{J_c}{h_m} \left( \frac{U'_m}{F_{um}} u_m - \mu_m \frac{D'_m}{F_{dm}} d_m - \nu_m \frac{Z'_m}{F_{zm}} z_m \right.$$
$$\left. - \varrho_{m+1} \frac{D'_{m+1}}{F_{d(m+1)}} d_{m+1} - \omega_{m+1} \frac{Z'_{m+1}}{F_{z(m+1)}} z_{m+1} \right)$$
$$- \frac{J_c}{s_m J_m} \int_0^{s_m} (x + y \operatorname{cotg} \beta_{m-1}) \, M'_x \, dx$$
$$- \frac{J_c}{s_{m+1} J_{m+1}} \int_0^{s_{m+1}} (x' + y \operatorname{cotg} \alpha_{m+1}) \, M'_x dx'$$
$$- \frac{\operatorname{cotg} \beta_{m-1}}{s_m} \frac{J_c}{F_m} \int_0^{s_m} N'_x \, dx - \frac{\operatorname{cotg} \alpha_{m+1}}{s_{m+1}} \frac{J_c}{F_{m+1}} \int_0^{s_m} N'_x \, dx$$
$$+ \varepsilon E J_c \left[ - t_m \operatorname{cotg} \beta_{m-1} - t_{m+1} \operatorname{cotg} \alpha_{m+1} + \frac{1}{h_m} (t_{um} u_m \right.$$
$$- \mu_m t_{dm} d_m - \nu_m t_{zm} z_m - \varrho_{m+1} t_{d(m+1)} d_{m+1}$$
$$\left. - \omega_{m+1} t_{z(m+1)} z_{m+1}) \right] .$$

Ganz entsprechende Gleichungen ergeben sich für die Zustände $M_1 = 0$, $M_2 = 0$, .... bis $M_{n-1} = 0$. Man erhält:

$$(31) \quad \begin{cases} b_1 M_1 + a_2 M_2 = C_2 \\ a_2 M_1 + b_2 M_2 + a_3 M_3 = C_2 \\ a_3 M_2 + b_3 M_3 + a_4 M_4 + C_3 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ a_{n-2} M_{n-3} + b_{n-2} M_{n-2} + a_{n-1} M_{n=1} = C_{n-2} \\ a_{n-1} M_{n-2} + b_{n-1} M_{n-1} = C_{n-1} . \end{cases}$$

Es empfiehlt sich, nach Berechnung der Werthe $a$, $b$, $C$ die Momente $M$ zeichnerisch zu bestimmen. Zu diesem Zwecke tragen wir die $M$, von einer Wagerechten $0 - n$ aus, in beliebig grofsen Abständen $l$ als Ordinaten auf, wie dies Abb. 22 zeigt. Die Endpunkte dieser Ordinaten verbinden wir durch die Geraden $g_1$, $g_2$, $g_3 \cdots g_n$, und den auf diese Weise entstandenen Linienzug nennen wir wie früher das $M$-Polygon. Abb. 23 stellt das $(m-1)$te und $m$te Feld dieses Polygons dar.


Abb. 22.




Wird die Senkrechte $I_m$ so gezogen, dafs die Strecken $a'$ und $b'$, in welche sie das $m$te Feld $l$ theilt, sich verhalten:

$$a' : b' = a_m : b_m,$$

so ist die von der Geraden $g_m$ auf der Senkrechten $I_m$ abgeschnittene Ordinate:

$$Y = M_{m-1} \frac{a'}{a'+b'} + M_m \frac{b'}{a'+b'}$$

$$= \frac{M_{m-1}\, a_m + M_m\, b_m}{a_m + b_m}$$

und die Gleichung (30) läfst sich mithin auch schreiben:

$$(32) \qquad (a_m + b_m)\, Y + a_{m+1}\, M_{m+1} = C_m$$

Zieht man jetzt die Senkrechte $II_m$ so, dafs sie die Strecke $l + a'$ im Verhältnifs:

$$c' : c = (a_m + b_m) : a_{m+1}$$

theilt, so schneidet die Gerade $U'C$ auf der $II_m$ die Ordinate ab:

$$T_m = Y \frac{c'}{c'+c} + M_{m+1} \frac{c}{c'+c}$$

$$= \frac{Y(a_m + b_m) + M_{m+1}\, a_{m+1}}{a_m + b_m + a_{m+1}},$$

und es folgt aus der Vergleichung dieses Ausdruckes mit der Beziehung (32) das Gesetz:

Die mit Hülfe der Senkrechten $I_m$ bestimmte Gerade $U'C$ (Abb. 23) mufs auf der Senkrechten $II_m$ das gegebene Moment

$$\overline{E_m E'_m} = T_m = \frac{C_m}{a_m + b_m + a_{m+1}}$$

abschneiden.

Weiter ergiebt sich, wie im § 1:

Dreht sich die Gerade $g_m$ um einen festen Punkt $L'_m$, so dreht sich die Gerade $g_{m+1}$ um einen in der Geraden $L'_m E'_m$ gelegenen festen Punkt $L'_{m+1}$.

Aus dem senkrecht unter $L'_m$ gelegenen Punkte $L_m$ findet man den senkrecht unter $L'_{m+1}$ gelegenen Punkt $L_{m+1}$ wie folgt. Man zieht die beliebige Gerade $L_m B''$, welche die $I_m$ in $U''$ schneidet, legt durch $U''$ und $E_m$ die Gerade $U'' E_m C''$ und zieht die Gerade $C'' B''$; dieselbe schneidet die $A'C'$ in dem gesuchten Punkte $L_{m+1}$.

Mit Hülfe der vorstehenden Gesetze läfst sich nun das $M$-Polygon in ähnlicher Weise zeichnen wie das $M$-Polygon eines geraden Balkens (§ 1). Nach Eintragung der Senkrechten

$$I_1,\ II_1 \quad I_2,\ II_2 \quad I_3,\ II_3 \ \ldots\ldots$$

werden, von dem gegebenen, mit dem Punkte 0 in Abb. 22 zusammenfallenden Punkte $L_1$ der ersten Oeffnung aus, der Reihe nach die Punkte $L_2$, $L_3$, $L_4 \ldots L_n$ bestimmt, und hierauf wird der Linienzug $L_1 L'_2 L'_3 L'_4 \ldots L'_n$ gezeichnet, dessen Eckpunkte in den Senkrechten durch die Punkte $L_2$, $L_3$, $L_4 \ldots L_n$ liegen, und dessen Seiten auf den Senkrechten $I_1$, $I_2$, $I_3$, $I_4 \ldots I_{n-1}$ die gegebenen Momente $T_1$, $T_2$, $T_3$, $T_4 \ldots T_{n-1}$ abschneiden. Schliefslich wird durch die Punkte $n$, $L'_n$, $L'_{n-1} \ldots L'_4$, $L'_3$, $L'_2$, $L'_1$, 0 das gesuchte $M$-Polygon bestimmt.[1])

Wir geben schliefslich noch die Ausführung der in den Ausdrücken $a$, $b$, $C$ enthaltenen Integrale für den (stets vorliegenden) Fall, dafs die einzelnen Bogenstücke der oberen Gurtung als Parabeln behandelt werden dürfen, deren Scheitelordinaten bei $x = \frac{1}{2} s$ liegen und mit $f$ bezeichnet werden sollen. Abb. 21. Für das $m$te Bogenstück ist dann

$$y = \frac{4 f_m x (s_m - x)}{s_m^2},$$

und es ergiebt sich:

$$\int_0^{s_m} y_m x\, dx = \int_0^{s_m} y_m x'\, dx' = \frac{f_m s_m^2}{3}$$

$$\int_0^{s_m} y_m^2\, dx = \frac{8}{15} f_m^2 s_m.$$

Man erhält:

$$(33) \quad a_m = \frac{s_m}{3} \frac{J_c}{J_m} \left\{ \frac{1}{2} + (\operatorname{cotg} \beta_{m-1} + \operatorname{cotg} \alpha_m) \frac{f_m}{s_m} + \frac{8}{5} \operatorname{cotg} \beta_{m-1} \operatorname{cotg} \alpha_m \frac{f_m^2}{s_m^2} \right\}$$
$$+ \frac{J_c}{F_m s_m} \operatorname{cotg} \beta_{m-1} \operatorname{cotg} \alpha_m + \frac{J_c}{h_m h_{m-1}} \left( \frac{\mu_m \varrho_m d_m}{F_{dm}} + \frac{\nu_m \omega_m z_m}{F_{zm}} \right).$$

$$(34) \quad b_m = \frac{s_m}{3} \frac{J_c}{J_m} \left\{ 1 + 2 \operatorname{cotg} \beta_{m-1} \frac{f_m}{s_m} + \frac{8}{5} \operatorname{cotg}^2 \beta_{m-1} \frac{f_m^2}{s_m^2} \right\}$$
$$+ \frac{s_{m+1}}{3} \frac{J_c}{J_m} \left\{ 1 + 2 \operatorname{cotg} \alpha_{m+1} \frac{f_{m+1}}{s_{m+1}} + \frac{8}{5} \operatorname{cotg}^2 \alpha_{m+1} \frac{f_{m+1}^2}{s_{m+1}^2} \right\}$$
$$+ \frac{J_c}{F_m s_m} \operatorname{cotg}^2 \beta_{m-1} + \frac{J_c}{F_{m+1} s_{m+1}} \operatorname{cotg}^2 \alpha_{m+1}$$
$$+ \frac{J_c}{h_m^2} \left( \frac{u_m}{F_{um}} + \frac{\mu_m^2 d_m}{F_{dm}} + \frac{\nu_m^2 z_m}{F_{zm}} + \frac{\varrho_{m+1}^2 d_{m+1}}{F_{d\,(m+1)}} + \frac{\omega_{m+1}^2 z_{m+1}}{F_{z\,(m+1)}} \right).$$

1) Man kann das vorstehende Verfahren zur Darstellung des $M$-Polygons natürlich auch benutzen, um die in den §§ 1—4 in etwas anderer Weise behandelten Gleichungen:

$$M_{m-1}\, l_m + 2 M_m\, (l_m + l_{m+1}) + M_{m+1}\, l_{m+1} = N_m$$

aufzulösen. An Stelle der Drittelsenkrechten und verschränkten Stützensenkrechten treten dann die Senkrechten $I$ und $II$.

Die in $a$ und $b$ enthaltenen Glieder mit $\frac{f^2}{s^2}$ dürfen, da $\frac{f}{s}$ eine kleine Zahl ist, stets gestrichen werden.

Den Werth $C_m$ wollen wir zunächst für den Fall angeben, dafs der Obergurtstab $s_m$ gleichmäfsig belastet ist, und zwar wirke senkrecht zur Sehne $s_m$ eine Belastung $= w_m$ für die Längeneinheit von $s_m$ (d. i. der Winddruck, welcher stets in dieser Weise angreifend gedacht werden darf), aufserdem im lothrechten Sinne eine Belastung $= q_m$ für die Längeneinheit der Horizontalprojektion $\lambda_m$. Es ist dann, wenn $\gamma_m$ den Neigungswinkel der Sehne $s_m$ gegen die Wagerechte bedeutet:

$$(35)\qquad M'_x = \frac{w_m x (s_m - x)}{2} + \frac{q_m x (s_m - x)}{2} \cos^2 \gamma_m + O'_m y,^{1)}$$

wofür man auch schreiben darf

$$(36)\qquad M'_x = \left[ (w_m + q_m \cos^2 \gamma_m) \frac{s_m^2}{8 f_m} + O'_m \right] y .$$

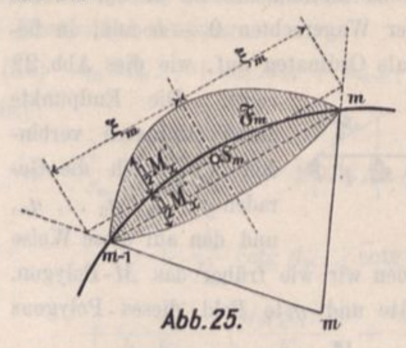
Die Längskraft $N'_x$ darf stets $= O'_m$ gesetzt werden, und es folgt dann mit der abkürzenden Bezeichnung

$$(37)\qquad A_m = (w_m + q_m \cos^2 \gamma_m) \frac{s_m^2}{8 f_m} + O'_m$$

für $C_m$ der Werth:

$$\begin{aligned}(38)\qquad C_m = \frac{J_c}{h_m} \Big( & \frac{U'_m}{F_{um}} u_m - \mu_m \frac{D'_m}{F_{dm}} d_m - \nu_m \frac{Z'_m}{F_{zm}} \\ & - \varrho_{m+1} \frac{D'_{m+1}}{F_{d\,(m+1)}} d_{m+1} \\ & - \omega_{m+1} \frac{Z'_{m+1}}{F_{z\,(m+1)}} z_{m+1} \Big) \\ & - \frac{1}{3} A_m f_m s_m \frac{J_c}{J_m} \left( 1 + \frac{8}{5} \frac{f_m}{s_m} \operatorname{cotg} \beta_{m-1} \right) \\ & - \frac{1}{3} A_{m+1} f_{m+1} s_{m+1} \frac{J_c}{J_{m+1}} \left( 1 + \frac{8}{5} \frac{f_m}{s_m} \operatorname{cotg} \alpha_{m+1} \right) \\ & - O'_m \operatorname{cotg} \beta_{m-1} \frac{J_c}{F_m} - O'_{m+1} \operatorname{cotg} \alpha_{m+1} \frac{J_c}{F_{m+1}} \\ & + \varepsilon E J_c \Big[ - t_m \operatorname{cotg} \beta_{m-1} - t_{m+1} \operatorname{cotg} \alpha_{m+1} \\ & \quad + \frac{1}{h_m} (t_{um} u_m - \mu_m t_{dm} d_m - \nu_m t_{zm} z_m \\ & \quad - \varrho_{m+1} t_{d\,(m+1)} d_{m+1} \\ & \quad - \omega_{m+1} t_{z\,(m+1)} z_{m+1}) \Big] .\end{aligned}$$

Man kann auch die in dem allgemeinen Ausdrucke für $C_m$ enthaltenen, von den Momenten $M'_x$ abhängigen Integrale für eine beliebige Belastung zeichnerisch bestimmen. Hierzu trägt man die $M'_x$ auf Geraden, welche durch die entsprechenden Bogenpunkte gehen und senkrecht zur Sehne $s_m$ sind, so auf, dafs sie durch jene Bogenpunkte halbirt werden. Verbindet man die Endpunkte dieser Strecken durch Curven und bezeichnet mit




$\mathfrak{F}_m$ den Inhalt der von diesen Curven eingeschlossenen Fläche, und mit

$\xi_m$, $\xi'_m$ die parallel zur $s_m$ gemessenen Abstände des Schwerpunktes $S_m$ der Fläche $\mathfrak{F}_m$ von den benachbarten Wandgliedern

$(m-1) - m$ und $m - m$,

so erhält man

$$(39)\qquad \begin{cases} \int\limits_0^{s_m} (x + y \operatorname{cotg} \beta_{m-1}) M'_x dx = \mathfrak{F}_m \xi_m \text{ und} \\ \int\limits_0^{s_{m+1}} (x' + y \operatorname{cotg} \alpha_m) M'_x dx = \mathfrak{F}_m \xi'_m . \end{cases}$$

Der von den Momenten $M'_x$ abhängigen Theil des Werthes $C_m$ wird jetzt

$$- \frac{J_c}{J_m} \frac{\mathfrak{F}_m \xi_m}{s_m} - \frac{J_c}{J_m} \frac{\mathfrak{F}_{m+1} \xi'_{m+1}}{s_m} ;$$

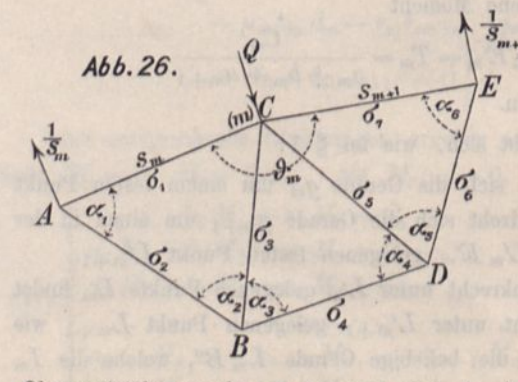
er läfst sich leicht durch Zeichnung bestimmen.

Es ist in der Regel zulässig, den Schwerpunkt $S_m$ durch den Punkt zu ersetzen, in welchem die Bogenachse von der zur Sehne $s_m$ senkrechten Schwerachse der Fläche $\mathfrak{F}_m$ geschnitten wird.

Näherungsformeln. Eine wesentliche Vereinfachung erfährt die Rechnung, wenn die in der Gleichung (28) enthaltenen Längenänderungen $\varDelta u$, $\varDelta z$, $\varDelta d$ unter der Voraussetzung von Gelenken in sämtlichen Knotenpunkten bestimmt werden, was immer zulässig ist. Setzt man dann noch, was ebenfalls statthaft ist, $\varDelta ds' = \frac{O'_m ds'}{EF_m}$ und vertauscht $ds'$ mit $dx$, so geht die Gleichung (28) über in:

$$\begin{aligned}(40)\qquad & \frac{1}{h_m} \varDelta u_m - \frac{\mu_m}{h_m} \varDelta d_m - \frac{\nu_m}{h_m} \varDelta z_m - \frac{\varrho_{m+1}}{h_m} \varDelta d_{m+1} \\ & - \frac{\omega_{m+1}}{h_m} \varDelta z_{m+1} - \frac{\operatorname{cotg} \beta_{m-1}}{s_m} \varDelta s_m \\ & - \frac{\operatorname{cotg} \alpha_{m+1}}{s_{m+1}} \varDelta s_{m+1} = \int M''_x \varDelta d\varphi ,\end{aligned}$$

wobei $\varDelta s_m = \frac{O'_m s_m}{EF_m} + \varepsilon t_m s_m$ und $\varDelta s_m + 1 = \frac{O'_{m+1} s_{m+1}}{EF_{m+1}} + \varepsilon t_{m+1} s_{m+1}$ diejenigen Längenänderungen bedeuten, welche die Obergurtstäbe erfahren würden, falls sie gerade wären.




Den auf der linken Seite der Gleichung (40) stehenden Ausdruck kann man noch wie folgt umformen. Denkt man den Theil $ABDEC$ (Abb. 26) des Fachwerks, dessen Obergurtstäbe gerade angenommen sind, in $A$ und $E$ durch Kräfte

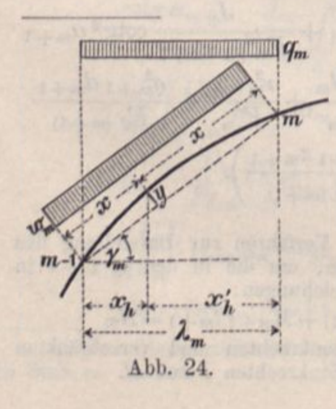



Abb. 24.

1) Das von $q_m$ abhängige Glied müfste eigentlich lauten: $\frac{q_m x_h x'_h}{2}$, vergl. Abb. 24, wo $x_h = x \cos \gamma_m - y \sin \gamma_m$ und $x'_h = x' \cos \gamma_m + y \sin \gamma_m$. Es ist aber zulässig, zu setzen: $x_h x'_h = x x' \cos^2 \gamma_m = x (s_m - x) \cos^2 \gamma_m$.

$\frac{1}{s_m}$ und $\frac{1}{s_{m+1}}$ belastet, welche beziehungsweise senkrecht zu $s_m$ und $s_{m+1}$ sind und denen eine in $C$ angreifende Kraft $Q$ das Gleichgewicht hält, so entstehen die Spannkräfte:

$$+\frac{1}{h_m} \text{ im Stabe } BD\,; \quad -\frac{\mu_m}{h_m} \text{ im Stabe } AB;$$

$$-\frac{\nu_m}{h_m} \;\;\text{„ „}\;\; BC\,; \quad -\frac{\varrho_{m+1}}{h_m} \;\;\text{„ „}\;\; CD;$$

$$-\frac{\omega_{m+1}}{h_m} \;\;\text{„ „}\;\; DE\,; \quad -\frac{\operatorname{cotg}\beta_{m-1}}{s_m} \;\;\text{„ „}\;\; AC$$

$$-\frac{\operatorname{cotg}\alpha_{m+1}}{s_{m+1}} \;\;\text{„ „}\;\; CE.$$

Nimmt man den Stab $s_{m+1}$ festliegend an und bezeichnet mit $\varDelta\vartheta_m$ die Aenderung des Randwinkels $\vartheta_m$, so verrichtet die äufsere Kraft $\frac{1}{s_m}$ die virtuelle Arbeit:

$$\frac{1}{s_m}\cdot s_m \varDelta\vartheta_m = \varDelta\vartheta_m,$$

und es ist nach dem Satze von der Arbeit:

$$\varDelta\vartheta_m = \frac{1}{h_m}\varDelta u_m - \frac{\mu_m}{h_m}\varDelta d_m - \frac{\nu_m}{h_m}\varDelta z_m - \frac{\varrho_{m+1}}{h_m} d_{m+1}$$
$$-\frac{\omega_{m+1}}{h_m}\varDelta z_{m+1} - \frac{\operatorname{cotg}\beta_{m-1}}{s_m}\varDelta s_m$$
$$-\frac{\operatorname{cotg}\alpha_{m+1}}{s_{m+1}}\varDelta s_{m+1}.$$

Die Gleichung (40) geht nach Einsetzen des früher für $\varDelta d\varphi$ und für $M''_x$ angegebenen Werthe über in

$$EJ_c\varDelta\vartheta_m = \frac{J_c}{J_m}\int_0^{s_m}(x + y\operatorname{cotg}\beta_{m-1})M_x d_x$$
$$+\frac{J_c}{J_{m+1}}\int_0^{s_{m+1}}(x' + y\operatorname{cotg}\alpha_{m+1})M_x d_x.$$

Aus dieser Gleichung folgt schliefslich (vgl. die früher durchgeführten Rechnungen) für den Fall, dafs es zulässig ist, $y = 4\frac{f_x(s-x)}{s^2}$ zu setzen, und nach Streichen der unwesentlichen, $\frac{f^2}{s^2}$ enthaltenden Glieder:

(41)
$$a_m M_{m-1} + b_m M_m + a_{m+1} M_{m+1} = C_m,$$
wobei [wenn $r_m = s_m : (\operatorname{cotg}\beta_{m-1} + \operatorname{cotg}\alpha_m)$ das Loth vom unteren Knotenpunkte $m$ auf die Sehne $s_m$ bedeutet]:

$$a_m = \frac{1}{6}s_m\frac{J_c}{J_m}\left(1 + 2\frac{f_m}{r_m}\right),$$

$$b_m = \frac{1}{3}s_m\frac{J_c}{J_m}\left(1 + 2\operatorname{cotg}\beta_{m-1}\frac{f_m}{s_m}\right)$$
$$+\frac{1}{3}s_{m+1}\frac{J_c}{J_{m+1}}\left(1 + 2\operatorname{cotg}\alpha_{m+1}\frac{f_{m+1}}{s_{m+1}}\right)$$

und für den Belastungsfall in Abb. 24

$$C_m = EJ_c\varDelta\vartheta_m - \frac{1}{3}\left(A_m f_m s_m\frac{J_c}{J_m} + A_{m+1}f_{m+1}s_{m+1}\frac{J_c}{J_{m+1}}\right),$$

wo $A_m = (w_m + q_m\cos^2\gamma_m)\frac{s^2_m}{8f_m} + O'_m$,

während für eine beliebige Belastung (mit Hinweis auf Abb. 25)

$$C_m = EJ_c\varDelta\vartheta_m - \frac{J_c}{J_m}\frac{\mathfrak{F}_m\xi_m}{s_m} - \frac{J_c}{J_m}\frac{\mathfrak{F}_{m+1}\xi_{m+1}}{s_{m+1}}.$$

Das Rechnen mit diesen einfachen Werthen führt schnell zum Ziele und liefert zuverlässige Ergebnisse. Meistens darf man, der geringen Veränderlichkeit des Querschnittes wegen, $J$ überall gleich grofs annehmen. Man wähle dann das bislang willkürliche Trägheitsmoment $J_c$ gleich dem Mittelwerthe der wirklichen Trägheitsmomente und setze $\frac{J_c}{J_m} = 1$, $\frac{J_c}{J_{m+1}} = 1$.

Zur Berechnung von $E\varDelta\vartheta_m$ empfiehlt sich besonders die (zunächst für $t = 0$ giltige) Gleichung:

42) $$E\varDelta\vartheta_m = -\operatorname{cotg}\alpha_1(\sigma_1 - \sigma_2) + \operatorname{cotg}\alpha_2(\sigma_2 - \sigma_3)$$
$$-\operatorname{cotg}\alpha_3(\sigma_3 - \sigma_4) + \operatorname{cotg}\alpha_4(\sigma_4 - \sigma_5)$$
$$-\operatorname{cotg}\alpha_5(\sigma_5 - \sigma_6) + \operatorname{cotg}\alpha_6(\sigma_5 - \sigma_6).$$

(Vgl. Abb. 26.)

Darin bedeuten $\sigma_1$, $\sigma_2$, $\sigma_3$.... diejenigen Spannungen[1]), welche sich in den einzelnen Stäben für den Fall ergeben würden, dafs in allen Knotenpunkten Gelenke angeordnet werden, dafs alle Stäbe gerade sind und alle Lasten in den Knotenpunkten angreifen. Sollen Temperaturänderungen berücksichtigt werden, so treten in Gleichung (42) an die Stelle der $\sigma$ die Werthe $\sigma + \varepsilon Et$.

Belastungsweise. Will man die genauen Grenzwerthe der in den einzelnen Theilen des betrachteten Trägers auftretenden Beanspruchungen haben, so empfiehlt es sich, die Wirkung der verticalen Lasten mit Hülfe von Einflufslinien festzustellen und hierauf gesondert die Beanspruchungen durch Winddruck. Bei der Berechnung von Dachbindern (und mit diesen haben wir es hier wohl ausschliefslich zu thun) darf man sich jedoch auf die folgende einfache Untersuchung beschränken.

Man setzt zuerst voraus, es sei nur die rechte Hälfte des Trägers belastet und zwar gleichmäfsig mit $q = 1$ für die Längeneinheit der Stützweite $AB$. Es möge dieser Belastungsfall die Knotenpunktsmomente $\mathfrak{M}'_1$, $\mathfrak{M}'_2$, $\mathfrak{M}'_3$.... $\mathfrak{M}'_m$.... ergeben.

Wird hierauf nur die linke Hälfte mit $q = 1$ belastet angenommen, so entstehen, wenn der Träger in Bezug auf die Senkrechte durch seine Mitte symmetrisch ist, die Momente

$$\mathfrak{M}''_1 = \mathfrak{M}'_{n-1},\quad \mathfrak{M}''_2 = \mathfrak{M}'_{n-2},\quad \ldots.$$

Bezeichnet man nun (wieder für die Längeneinheit der Stützweite) die bleibende Last (Eigengewicht) mit $g$ und die veränderliche Last mit $p$ und setzt $g + p = q$, so erhält man für den Belastungszustand I (Abb. 18) die Knotenpunktsmomente

$$M_1 = \mathfrak{M}'_1 g + \mathfrak{M}''_1 q$$
$$M_2 = \mathfrak{M}'_2 g + \mathfrak{M}''_1 q$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

und für den Belastungsfall II (Abb. 18)

$$M_1 = (\mathfrak{M}'_1 + \mathfrak{M}''_1)q$$
$$M_2 = (\mathfrak{M}'_2 + \mathfrak{M}''_2)q$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Die Fälle I und II werden nun vollständig durchgerechnet und miteinander verglichen.

Bei hohen Dächern mufs noch der Einflufs schräger Winddrücke untersucht werden. Es sind zwei Fälle zu betrachten; einmal ist der Wind von der Seite kommend anzunehmen, auf der das bewegliche Auflager liegt, dann von der entgegengesetzten Seite.

1) Spannung $= \frac{\text{Spannkraft}}{\text{Querschnittsoberfläche}}$. Gleichung (42) ergiebt sich leicht aus der in der Anmerkung auf S. 112 angeführten Formel zur Berechnung der Aenderung eines Dreieckwinkels.

Ungleichmäfsige Erwärmungen der einzelnen Stäbe werden in der Regel nicht berücksichtigt. Ist aber die Temperaturänderung $t$ überall dieselbe, so ist sie ohne Einflufs auf die Momente $M$; es dürfen dann in $C_m$ alle $t$ enthaltenden Glieder gestrichen werden.

---

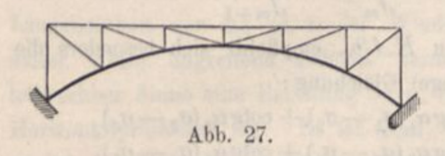


Abb. 27.

In ganz ähnlicher Weise läfst sich auch die Untersuchung des in Abb. 27 dargestellten Trägers durchführen; es liegt hier der einfachere Fall einer **unbelasteten** gekrümmten Gurtung vor, da es stets erlaubt ist, den Einflufs des Eigengewichts der unteren Gurtung auf die Momente $M'_x$ zu vernachlässigen.

Von weiteren Aufgaben, für deren Lösung die hier gezeigte Behandlungsweise der Clapeyronschen Gleichungen von Nutzen ist, sei noch die genauere **Berechnung des durch einen Balken verstärkten steifen Bogens** erwähnt, welche der Verfasser im „Civil-Ingenieur" 1883 veröffentlicht hat. Die im § 10 jener Abhandlung entwickelten Bedingungen (72) sind von der Form der Clapeyronschen Gleichungen, desgl. die Beziehungen (94) des § 12.

Prof. Heinr. Müller-Breslau.

---

# Verzeichnifs der im preufsischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten.

(Am 10. December 1890.)

## I. Im Ressort des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

### Verwaltung der Eisenbahn-Angelegenheiten und des Land- und Wasser-Bauwesens.

### *A.* Bei Central-Behörden.

Beim Ministerium.

Hr. Schneider, Excellenz, Wirklicher Geheimer Rath, Ministerial-Director der Abtheilung für die technischen Angelegenheiten der Verwaltung der Staats-Eisenbahnen.

*a)* Vortragende Räthe.

Hr. Wiebe, Ober-Baudirector.
- ~~Endell,~~ desgl.
- Siegert, Geheimer Ober-Baurath.
- ~~Schwedler~~, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath.
- Baensch, desgl.
- Dieckhoff, Geheimer Ober-Baurath.
- Oberbeck, desgl.
- Hagen, desgl.
- Adler, desgl.
- Küll, desgl.
- Schröder, desgl.
- Kozlowski, desgl.
- Stambke, desgl.
- Nath, desgl.
- Jungnickel, desgl.
- Dresel, Geheimer Baurath.
- Lange, desgl.
- Lorenz, desgl.
- Wichert, desgl.
- Zastrau, desgl.
- Taeger, desgl.
- Keller, desgl.

Hr. Sarrazin, Regierungs- und Baurath, Hülfsarbeiter.
- Schelten, desgl. desgl.
- Eggert, desgl. desgl.

*b)* Im technischen Bureau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

Hr. Ehlert, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Bureaus.
- Huntemüller, desgl.
- May, Eisenbahn-Director.
- Fritze, Regierungs- und Baurath.
- Thelen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hauer, desgl.
- ~~Giet,~~ desgl.
- Gilles, Eisenbahn-Bauinspector.

*c)* Im technischen Bureau der Abtheilung für das Bauwesen.

Hr. Reimann, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Bureaus.
- Thiele, Baurath.
- Hofsfeld, desgl.
- L. Böttger I., Land-Bauinspector.
- Gnuschke, desgl.
- Wiethoff, desgl.
- Thür, desgl.
- Kieschke, desgl.
- Grunert, desgl.
- Koerner, desgl.

### *B.* Bei dem Eisenbahn-Commissariat in Berlin.

Hr. Bensen, Geheimer Ober-Regierungsrath.

Hr. Koschel, Geheimer Baurath.

### *C.* Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Eisenbahn-Direction in Berlin.

Hr. Wex, Präsident, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath.
- Kraneke, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
- Grapow, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
- Rock, desgl. desgl.
- Hasse, desgl. desgl.
- Werchan, Eisenbahn-Director, desgl.

Hr. Scheider (Arthur), Regier.- u. Baurath, Mitglied der Direction.
- Diefenbach, Eisenbahn-Director, desgl.
- Haafsengier, Regierungs- und Baurath.
- Müller (Karl), Eisenbahn-Director.
- Koch (Ludwig), Regierungs- und Baurath.
- Kuntze, Eisenbahn-Bauinspector.
- Piernay, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schrey, Eisenbahn-Bauinspector.

Hr. Köhne, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wegner, Eisenbahn-Bauinspector (für das Hochbaufach).
- Klinke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Leissner, Eisenbahn-Bauinspector.
- Polle, desgl.
- Lamfried, Eisenbahn-Director in Grunewald.
- Garbe, desgl. in Berlin.
- Liedel, Baurath in Breslau.
- Wolf, desgl. in Greifswald.
- Wagner, Eisenbahn-Maschineninspector in Frankfurt a/O.
- Haas, Eisenbahn-Bauinspector in Guben.
- Ahrendts, desgl. in Eberswalde.
- Seidl, Eisenbahn-Maschineninspector in Breslau.
- Scharlock, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Bergen.
- Domann, Eisenbahn-Bauinspector in Lauban.
- Neugebaur, desgl. in Frankfurt a/O.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Sommerfeld).

Hr. von Schütz, Regierungs- und Baurath.
- Nowack, desgl.
- Weiss, Baurath.
- Bansen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Frankfurt a/O.
- Wambsganfs, desgl. desgl.

Betriebsamt Berlin (Stadt- u. Ringbahn).

Hr. Büttner, Regierungs- und Baurath.
- Housselle, desgl.
- Schwartz, desgl.
- Courtois, Eisenbahn-Director.
- Grapow (Karl), Eisenbahn- Bau- und Betriebsinspector.
- Suadicani, desgl.
- Brill, desgl.
- Holverscheit, desgl.

Betriebsamt Stralsund.

Hr. Klose, Geheimer Baurath.
- Loycke, Regierungs- und Baurath.
- Schüler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Borchart, Eisenbahn-Bauinspector.
- Zachariae, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Fischer (Julius), desgl. in Berlin.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Sommerfeld).

Hr. Schulze (Gustav), Regierungs- und Baurath.
- Cramer, desgl.
- ~~Vogel,~~ desgl.
- König, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Grosse (Robert), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Kieckhoefer, desgl. in Liegnitz.
- Schubert, desgl. in Sorau.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Halbstadt).

Hr. Kirsten, Regierungs- und Baurath.
- Robentisch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wüstnei, Eisenbahn-Bauinspector.
- Sartig, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Liegnitz.

Betriebsamt Görlitz.

Hr. Garcke, Regierungs- und Baurath.
- Wollanke (August), desgl.
- Suck, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Gantzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bothe, desgl. in Waldenburg.
- Urban, desgl. in Hirschberg.

Betriebsamt Stettin (Berlin-Stettin).

Hr. Jacobi, Regierungs- und Baurath.
- Heinrich, desgl.
- Stösger, Baurath.
- Goos, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wiegand (Heinrich), desgl. in Freienwalde.
- Bathmann, desgl. in Berlin.
- Freudenfeldt, desgl. desgl.

Betriebsamt Stettin (Stettin-Stralsund).

Hr. Lademann, Regierungs- und Baurath.
- Wolff (Leopold), desgl.
- Lüken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rosenkranz, Eisenbahn-Bauinspector.
- von Bogusławski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Lorentz, Baurath in Greifswald.

Betriebsamt Cottbus.

Hr. Ballauff, Regierungs- und Baurath.
- Darup, desgl.
- von Finckh, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bernhard, desgl.
- Hossenfelder, Eisenbahn-Bauinspector.
- Rieken, Baurath in Berlin.

Betriebsamt Guben.

Hr. Wolff (Adolph), Regierungs- und Baurath.
- Klemann, Baurath.
- Backs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Plate, desgl. in Schwiebus.

## 2. Eisenbahn-Direction in Bromberg.

Hr. Schmeitzer, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
- Suche, Geheimer Regierungsrath, desgl. (auftrw.)
- Baumert, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Reuter, desgl. desgl.
- Bachmann, desgl. desgl.
- Schultz (Wilhelm), desgl. desgl.
- Paul, desgl. desgl.
- Führ, Eisenbahn-Director desgl.
- Mohn, desgl. desgl.
- Schnebel, Regierungs- und Baurath.
- Rohrmann, desgl.
- Doepke, desgl.
- Niemann, desgl.
- Holzheuer, Eisenbahn-Director.
- Mertz, desgl.
- Mehrtens, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Storbeck, desgl.
- Flender, desgl.
- Nitschke, Eisenbahn-Bauinspector.
- Hagenbeck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rustemeyer, Eisenbahn-Director in Berlin.
- Mackensen (Ernst), desgl. in Dirschau.
- Klövekorn, Baurath in Bromberg.
- Bellach, desgl. in Königsberg.
- Reuter, Eisenbahn-Maschineninspector in Bromberg.
- Kirsten, desgl. in Stargard.
- Pfützenreuter, Eisenbahn-Bauinspector in Ponarth.
- Matthes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Marienburg.
- Dietrich, desgl. desgl.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Kricheldorff, Geheimer Baurath.
- Dr. zur Nieden, Regierungs- und Baurath.
- Hoffmann (Emil), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Cordes (Heinrich), Eisenbahn-Bauinspector.
- Stuertz, Baurath in Landsberg.
- Sommerfeldt, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Cüstrin.

Betriebsamt Bromberg.

Hr. Blumberg, Regierungs- und Baurath.
- Siehr, desgl.
- Franck, Baurath.
- Wiegand (Eduard), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Gette, desgl. in Graudenz.

Betriebsamt Danzig.

Hr. Neitzke, Regierungs- und Baurath.
- Sprenger, desgl.

Hr. Stephan, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Multhaupt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schürmann, desgl. in Dirschau.
- Winde, desgl. in Elbing.

Betriebsamt Königsberg.

Hr. Grofsmann, Regierungs- und Baurath.
- Buchholtz (Hermann), desgl.
- Massalsky, Baurath.
- Merseburger, Eisenbahn-Bauinspector.
- Hähner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Lincke, Baurath in Tilsit.
- Dunaj, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Lyck.
- Pritzel, desgl. in Insterburg.

Betriebsamt Thorn.

Hr. Monscheuer, Regierungs- und Baurath.
- Beil, desgl.
- Bockshammer, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Boie, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Boysen, desgl. in Graudenz.
- Francke (Adolf), desgl. in Osterode.

Betriebsamt Schneidemühl.

Hr. Vieregge, Regierungs- und Baurath.
- Vofsköhler, Baurath.
- Danziger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Winter, desgl.
- Weise, desgl.
- Buchholz (Richard), desgl. in Konitz.

Betriebsamt Stettin.

Hr. Mohr (Georg), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Krüger, Eisenbahn-Bauinspector.
- Stahl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Ritter (August), desgl. in Stolp.
- Fuchs (Karl), desgl. in Stargard.
- Bräuning, desgl. in Cöslin.

Betriebsamt Stolp.

Hr. Nahrath, Geheimer Baurath.
- Brennhausen, Baurath.
- Stempel, desgl.
- Löhr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Neustettin.
- Auffermann, desgl. desgl.

Betriebsamt Allenstein.

Hr. Reps, Regierungs- und Baurath.
- Paffen, desgl.
- Röhner, Baurath.
- Scheibke, desgl.
- Evmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Tacke, desgl. in Insterburg.

Betriebsamt Posen.

Hr. Fischer, Regierungs- und Baurath.
- Frankenfeld, desgl.
- Stiebler, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Oertel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Prins, desgl. in Inowrazlaw.
- Buchholtz (Wilhelm), desgl. in Gnesen.

3. Eisenbahn-Direction in Hannover.

Hr. Durlach, Ober-Bau- u. Geheimer Regierungsrath, Abth.-Dirigent.
- Rampoldt, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
- Steegmann, desgl. desgl.
- Uhlenhuth, Eisenbahn-Director, desgl.
- von Rutkowski, Regierungs- und Baurath desgl.
- Leuchtenberg, desgl.
- du Plat, desgl.
- Becker (Paul), Baurath.
- Schwering, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- von Borries, Eisenbahn-Bauinspector.
- Fuhrberg (Konrad), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Traeder (Franz), Eisenbahn-Bauinspector.
- Thiele, Eisenbahn-Director in Leinhausen.
- Dickhaut, Baurath in Cassel.
- Schneemann, desgl. in Leinhausen.
- Trapp, desgl. in Göttingen.
- Müller (Wilh.), desgl. in Paderborn.
- Castell, Eisenbahn-Maschineninspector in Minden.
- Bergmann, Land-Bauinspector in Osnabrück.
- Maifs, Eisenbahn-Bauinspector in Leinhausen.
- Stimm, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hannover.
- vom Hove, Eisenbahn-Bauinspector in Harburg.

Betriebsamt Hannover (Hannover-Rheine).

Hr. Maret, Regierungs- und Baurath.
- Köster, Baurath.
- Herzog, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bremer, desgl.
- Behnes, desgl.
- Schmiedt, Baurath in Minden.
- Wollanke (Paul), desgl. in Hamm.

Betriebsamt Hannover (Hannover-Altenbeken).

Hr. Göring, Regierungs- und Baurath.
- Michaelis, Baurath.
- Schellenberg, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Hameln.

Betriebsamt Paderborn.

Hr. Zillessen, Regierungs- und Baurath.
- Koch (Gustav), desgl.
- George, Baurath.
- Tilly, desgl.
- Sarrazin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Zisseler, desgl. in Northeim.

Betriebsamt Harburg.

Hr. van den Bergh, Regierungs- und Baurath.
- Sauerwein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Müller (Johannes), desgl.
- Bachmann, Eisenbahn-Bauinspector.
- Recke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Uelzen.

Betriebsamt Cassel (Hannover-Cassel).

Hr. Wilde, Regierungs- und Baurath.
- Gabriel, Baurath.
- Reusing, desgl.
- Vockrodt, desgl.
- Fischer (August), desgl. in Hildesheim.

Betriebsamt Cassel (Main-Weser-Bahn).

Hr. Janssen (Jakob), Geheimer Baurath.
- Beckmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Fenkner, desgl.
- Herrmann, Eisenbahn-Bauinspector.
- Borggreve, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schwamborn, desgl. in Marburg.

Betriebsamt Bremen.

Hr. Scheuch, Baurath.
- Becker (Woldemar), desgl.
- Bischof, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Staggemeyer, desgl.
- Dege, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Richard (Franz), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

4. Eisenbahn-Direction in Frankfurt a/M.

Hr. Vogel, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
- Böttcher, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Porsch, desgl. desgl.
- Schmidt (Ludwig), Eisenbahn-Director, desgl.

Hr. Hottenrott, Regierungs- und Baurath.
- Oestreich, Eisenbahn-Director.
- Heis, Regierungs- und Baurath.
- Velde, Baurath.
- König (Josef), desgl.
- Riese, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Jung, Baurath in Limburg.
- Siegel, Eisenbahn-Bauinspector in Halle a. S.
- Domschke, desgl. in Frankfurt a/M.
- Fidelak, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Weilburg.
- Kirchhoff (August), Eisenbahn-Maschineninspector in Fulda.

Betriebsamt Frankfurt a/M.

Hr. Knoche, Regierungs- und Baurath.
- Schmidt (Karl), desgl.
- Schmitz (Oskar), Eisenbahn-Director.
- Wolff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schugt, desgl.
- Cordes (Edmund), desgl. in Fulda.
- Seliger, desgl. in Göttingen.
- Coulmann, desgl. in Hanau.

Betriebsamt Nordhausen.

Hr. Abraham, Regierungs- und Baurath.
- Sobeczko, desgl.
- Franke (Ernst), desgl.
- Naud, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Gudden, Baurath
- Baehrecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Uhlenhuth, Eisenbahn-Bauinspector.
- Kiesgen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Eschwege.

Betriebsamt Wiesbaden.

Hr. Hilf, Geheimer Regierungsrath.
- Wagner, Eisenbahn-Director.
- Neuschäfer, Baurath.
- Alken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Thomsen, desgl.
- Werren (Eugen), desgl. in Limburg.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Stock, Regierungs- und Baurath.
- Lutterbeck, Baurath.
- Mackenthun, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Böttcher, desgl.
- Schmidt (Hermann), Baurath in Hettstedt.

5. Eisenbahn-Direction in Magdeburg.

Hr. Quassowski, Präsident.
- Spielhagen, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Schubert, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Büte, Eisenbahn-Director, desgl.
- Skalweit, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Hassenkamp, desgl. desgl.
- Neumann, desgl. desgl.
- Brünjes, Eisenbahn-Director, desgl.
- Erdmann, desgl.
- Bode, Regierungs- und Baurath.
- Crüger, desgl.
- Meyer (August), Baurath.
- Albert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Herr (Friedrich), Eisenbahn-Bauinspector.
- Albrecht, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schumacher, Eisenbahn-Director in Potsdam.
- Thomas, Baurath in Magdeburg-Buckau.
- Vocke, Eisenbahn-Maschineninspector in Berlin.
- Harsleben, desgl. in Braunschweig.
- Rimrott, Eisenbahn-Bauinspector in Halberstadt.
- Jahr, desgl. in Stendal.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Lehrte).

Hr. Giese, Geheimer Baurath.
- Masberg, desgl.
- Rehbein, Baurath.
- Schmedes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Falke, Eisenbahn-Bauinspector.
- Buff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Neuenfeldt, Baurath in Stendal.
- Peter, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector desgl.
- Seyberth, desgl. in Salzwedel.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Magdeburg).

Hr. Naumann, Regierungs- und Baurath.
- Richard, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wilhelm, Eisenbahn-Bauinspector.
- Boedecker, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Herr (Arthur), desgl.
- Schucht, Baurath in Brandenburg.

Betriebsamt Magdeburg (Wittenberge-Leipzig).

Hr. Tobien, Regierungs- und Baurath.
- Mentzel, desgl.
- Farwick, Eisenbahn-Director.
- Kern, Baurath.
- Müller (Arthur), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Nitschmann, desgl.
- Mackensen (Wilhelm), desgl.
- Lohmeyer, desgl.
- Peltz, Land-Bauinspector in Halle a. S.
- Königer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector desgl.

Betriebsamt Magdeburg (Magdeburg-Halberstadt).

Hr. Seick, Regierungs- und Baurath.
- Schwedler (Friedrich), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schlemm, desgl.
- Schmidt (Friedrich Karl), desgl.
- Sachse, desgl. in Aschersleben.

Betriebsamt Halberstadt.

Hr. Theune, Regierungs- und Baurath.
- Oelert, Baurath.
- Vollrath, desgl.
- Schunck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Henning, desgl.

Betriebsamt Braunschweig.

Hr. Sternke, Regierungs- und Baurath.
- Menadier, Eisenbahn-Director.
- Frederking, desgl.
- Fuldner, Baurath.
- Steigertahl, desgl.
- Kelbe, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Peters (Friedrich), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Seesen.

6. Eisenbahn-Direction in Köln (linksrheinisch).

Hr. Lohse, Ober-Bau- u. Geh. Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Rüppell, Geheimer Baurath, Mitglied der Direction.
- von Gabain, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Schaper, desgl. desgl.
- Siegert, Eisenbahn-Director, desgl.
- Woytt, desgl. desgl.
- Gehlen, Regierungs- und Baurath.
- Semler, desgl.
- Kohn, Eisenbahn-Director.
- Jähns, Baurath.
- Fein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hellmann, Eisenbahn-Bauinspector.
- Herr (Gustav), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schlesinger, Eisenbahn-Director in Köln (Nippes).
- Rohde, Eisenbahn-Maschineninspector in Crefeld.

Hr. Wenig (Karl), Baurath in Saarbrücken.
- Mayr, Eisenbahn-Bauinspector in Köln (Nippes).
- Kirchhoff (Karl), desgl. desgl.
- Willert, desgl. in Saarbrücken.

Betriebsamt Trier.

Hr. Totz, Regierungs- und Baurath.
- Schäfer, Eisenbahn-Director.
- Müller (Eduard), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Blum, desgl.
- Hacke, desgl.

Betriebsamt Coblenz.

Hr. Altenloh, Regierungs- und Baurath.
- Viereck, desgl.
- Heimann, Baurath.
- Busse, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hin, desgl.
- Lottmann, desgl. in Bonn.

Betriebsamt Köln.

Hr. Blanck, Regierungs- und Baurath.
- Braun, Eisenbahn-Director.
- Wessel, Regierungs- und Baurath.
- Rennen, desgl.
- König (Rudolf), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Frantz, desgl.
- Bassel, desgl.
- Weithmann, Eisenbahn-Bauinspector (für das Hochbaufach).
- Lohse, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Westphal, Baurath in Euskirchen.

Betriebsamt Crefeld.

Hr. Hentsch, Regierungs- und Baurath.
- v. d. Sandt, desgl.
- Reusch, Baurath.
- Becker (Karl), Eisenbahn-Bauinspector.
- Lehmann (Hans), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hagen, desgl. in Cleve.

Betriebsamt Saarbrücken.

Hr. Eilert, Regierungs- und Baurath.
- Usener, desgl.
- Daub, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Danco, desgl.
- Mühlen, desgl.
- Brunn, desgl. in Creuznach.

Betriebsamt Aachen.

Hr. Sebaldt, Geheimer Baurath.
- Hahn, Regierungs- und Baurath.
- Rücker, Eisenbahn-Director.
- Eversheim, Baurath.
- Losehand, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schmidt (Alwin Herm.), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Malmedy.

7. Eisenbahn-Direction in Köln (rechtsrheinisch).

Hr. Jaedicke, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Rumschoettel, Geheimer Baurath, Mitglied der Direction.
- Girscher, Eisenbahn-Director, desgl.
- Spoerer, desgl. desgl.
- Schilling, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Bessert-Nettelbeck, desgl. desgl.
- Lange, desgl. desgl.
- Meifsner, desgl.
- Kluge, desgl.
- Esser, Eisenbahn-Director.
- Schmitz (Gustav), desgl.
- Schulte, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Dorner, desgl.

Hr. Jahnke, Eisenbahn-Bauinspector.
- Leitzmann, desgl.
- Pohlmeyer, Eisenbahn-Director in Dortmund.
- Sürth, desgl. desgl.
- Monjé, desgl. in Speldorf.
- Boecker, Baurath in Oberhausen.
- Hummell, desgl. in Lingen.
- Claasen, desgl. in Osnabrück.
- Stoeckel, Eisenbahn-Maschineninspector in Langenberg.
- Schiffers, desgl. in Deutzerfeld.
- Bobertag, Eisenbahn-Bauinspector in Dortmund.
- Dan, desgl. in Betzdorf.
- Grauhan, desgl. in Köln-Deutz.

Betriebsamt Münster (Münster-Emden).

Hr. Buchholtz, Geheimer Regierungsrath.
- Koenen, Regierungs- und Baurath.
- Arndts, Baurath.
- Böhme, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wilhelmi, Eisenbahn-Bauinspector.
- Karsch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Herold, desgl. in Norden.
- von der Ohe, desgl. in Emden.

Betriebsamt Münster (Wanne-Bremen).

Hr. Arndt, Regierungs- und Baurath.
- Lueder, desgl.
- von Flotow, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Friedrichsen, desgl.
- Liepe, Eisenbahn-Bauinspector.
- Hoebel, Baurath in Osnabrück.

Betriebsamt Dortmund.

Hr. Schulenburg, Regierungs- und Baurath.
- Janssen (Friedrich), desgl.
- Attern, gen. Othegraven, Eisenbahn-Director.
- Hanke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Ulrich, desgl.
- Rothmann, desgl. in Hamm.

Betriebsamt Essen.

Hr. Grünhagen, Regierungs- und Baurath.
- Haarbeck, desgl.
- Pilger, desgl.
- Berendt, Baurath.
- Awater, desgl.
- Goldkuhle, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Kuhlmann, desgl.
- Rettberg, desgl.
- Sprengell, desgl.
- Walter, Eisenbahn-Bauinspector.
- Schmedding, desgl.
- Freye, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Nohturfft, desgl.
- Démanget, desgl.
- Scholkmann, desgl.

Betriebsamt Düsseldorf.

Hr. Browitt, Regierungs- und Baurath.
- Ingenohl, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Sauer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Berger, desgl.
- Sigle, desgl.
- Petri, desgl. in Wesel.

Betriebsamt Wesel.

Hr. von Geldern, Regierungs- und Baurath.
- Fank, Baurath.
- Schmoll, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Maley, desgl.
- Schmidt (Rudolf), Baurath in Burgsteinfurt.

Betriebsamt Köln-Deutz.

Hr. Behrend, Geheimer Baurath.
- Hellwig, Regierungs- und Baurath.
- Reichmann, Eisenbahn-Director.
- Werres, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Stölting, desgl.
- Nöhre, desgl.
- Dr. von Ritgen, desgl. in Wetzlar.

Betriebsamt Neuwied.

Hr. Menne, Geheimer Regierungsrath.
- Hövel, Regierungs- und Baurath.
- Richter (August), Baurath.
- Kohler, desgl.
- Stündeck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Fliegelskamp, desgl. in Limburg.

8. Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

Hr. Brandhoff, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Mechelen, Geheimer Baurath, Mitglied der Direction.
- Lex, desgl. desgl.
- Finckbein, Eisenbahn-Director, desgl.
- Delmes, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Meyer (Robert), Eisenbahn-Director.
- Clausnitzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hesse (August), desgl.
- Nöh, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Rumschöttel, Baurath (beurlaubt).
- Spirgatis, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Glasewald, Eisenbahn-Bauinspector (für das Hochbaufach).
- Wittmann, Eisenbahn-Director in Witten.
- Köhler, desgl. desgl.
- Müller (Gustav), Baurath, desgl.
- Eichacker, desgl. in Siegen.
- Rofskothen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinsp. in Düsseldorf.
- Schachert, desgl. in Barmen (beurlaubt).
- Schwartz, Eisenbahn-Bauinspector (für das Hochbaufach) in Düsseldorf.
- Busmann, Eisenbahn-Bauinspector in Arnsberg.

Betriebsamt Düsseldorf.

Hr. Ruland, Regierungs- und Baurath.
- Siewert, desgl.
- Keller, Eisenbahn-Director.
- Brökelmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Goepel, desgl.
- Hoeft, desgl.
- von den Bercken, desgl. in Lennep.
- Brandt, desgl. in Elberfeld.

Betriebsamt Cassel.

Hr. Zickler, Regierungs- und Baurath.
- Eibach, Baurath.
- Kiene, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Ehrenberg, Baurath in Arnsberg.
- Mohr (Julius), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Warburg.

Betriebsamt Altena.

Hr. Otto, Regierungs- und Baurath.
- Rump, desgl.
- Werner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schmeifser, desgl.
- Philippi, desgl. in Siegen.
- Schmalz, desgl. in Biedenkopf.

Betriebsamt Hagen.

Hr. Kottenhoff, Regierungs- und Baurath.
- Schmidts, desgl.
- Bartels, Baurath.

Hr. Berthold, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schmidt (Erich), Eisenbahn-Bauinspector.
- Klimberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

9. Eisenbahn-Direction in Erfurt.

Hr. Dircksen, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Früh, desgl. desgl.
- Wiedenfeld, Regierungs- u. Baurath, Mitglied der Direction.
- Lochner, Eisenbahn-Director, desgl.
- Dato, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Sattig, desgl. desgl.
- Diedrich, Eisenbahn-Director, desgl.
- Taeglichsbeck, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Schreinert (Karl), desgl.
- Meyer (James), Eisenbahn-Director.
- Kistenmacher, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Middendorf, desgl.
- Schmidt (Paul), desgl.
- Heer, Eisenbahn-Bauinspector.
- Bork, Eisenbahn-Director in Tempelhof.
- Schröter, Baurath in Cottbus.
- Meyen, Eisenbahn-Maschineninspector in Erfurt.
- Schwahn, desgl. in Gotha.
- Niese, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector desgl.
- Strasser, Eisenbahn-Bauinspector in Tempelhof.

Betriebsamt Cassel.

Hr. Hinüber, Geheimer Baurath.
- Allmenröder, Regierungs- und Baurath.
- Urban, Baurath.
- Hinrichs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Caspar, desgl. in Gotha.

Betriebsamt Erfurt.

Hr. Schwarzenberg, Regierungs- und Baurath.
- Schwedler (Gustav), desgl.
- Claudius, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hirsch, Baurath.
- Grothe, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Scherenberg, desgl. in Sangerhausen.
- Merten, desgl. in Arnstadt.

Betriebsamt Weifsenfels.

Hr. Lütteken, Regierungs- und Baurath.
- Wenderoth, desgl.
- Brettmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Bens, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Zinkeisen, Baurath in Leipzig.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Magnus, Baurath.
- Callam, Eisenbahn-Director.
- Wiesner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Lacomi, desgl.
- Clemens, Baurath in Wittenberg.
- Gestewitz, desgl. in Leipzig.

Betriebsamt Dessau.

Hr. Murray, Regierungs- und Baurath.
- Bollmann, Baurath.
- Wenig (Robert), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hesse (Robert), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Meyer (Alfred), desgl.
- Horwicz, Baurath in Hoyerswerda.

Betriebsamt Halle a. S.

Hr. Kessel, Regierungs- und Baurath.
- Zeyfs, desgl.
- Goetze, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Blumenthal, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Fuchs (Wilhelm), desgl. in Cottbus.

### 10. Eisenbahn-Direction in Breslau.

Hr. Tellkampf, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Illing, Geheimer Baurath, Mitglied der Direction.
- Schmitt (Franz), Regierungs- u. Baurath, desgl.
- Bender, desgl. desgl.
- Ramm, Eisenbahn-Director, desgl.
- Jordan, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Fischer, Eisenbahn-Director, desgl.
- Buddenberg, Regierungs- und Baurath.
- Doulin, Eisenbahn-Director.
- Peters (Emil), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Neumann, Eisenbahn-Bauinspector.
- Simon, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bergemann, Eisenbahn-Bauinspector.
- Brosius, Eisenbahn-Director in Breslau.
- Traeder, Eisenbahn-Maschineninspector, desgl.
- Hessenmüller, desgl. desgl.
- Brüggemann, Eisenbahn-Bauinspector desgl.
- Lehmann, desgl. in Posen.
- Blunck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Glatz.
- Echternach, Eisenbahn-Bauinspector in Breslau.

Betriebsamt Breslau (Brieg-Lissa).

Hr. Grofse (Adalbert), Regierungs- und Baurath.
- Eberle, Eisenbahn-Director.
- Kühnert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Altstaedt, desgl.
- Schwandt, desgl.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Tarnowitz).

Hr. Wernich, Regierungs- und Baurath.
- Sellin, Baurath.
- Stratemeyer, desgl.
- Bindemann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Maas, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Fuhrberg (Wilhelm), desgl. in Tarnowitz.

Betriebsamt Glogau.

Hr. Gutmann, Regierungs- und Baurath.
- Beyer, Baurath.
- Schiwon, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Seidel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Panten, desgl.
- Reimer, Baurath in Stettin.

Betriebsamt Oppeln.

Hr. Bauer, Regierungs- und Baurath.
- Lobach, desgl.
- Grapow (Hermann), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hey, Eisenbahn-Maschineninspector.

Betriebsamt Lissa.

Hr. Pauly, Regierungs- und Baurath.
- Büscher, Baurath.
- Feyerabendt, Eisenbahn-Bauinspector.
- Goleniewicz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Kattowitz.

Hr. Knebel, Regierungs- und Baurath.
- Brauer, desgl.
- Klopsch, Eisenbahn-Director.
- Gottstein, Baurath.

Hr. Günther, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- May, desgl.
- Heufemann, desgl.

Betriebsamt Ratibor.

Hr. Schröder, Regierungs- und Baurath.
- Reck, Eisenbahn-Director.
- Hoffmann (Alexander), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
- von Beyer, desgl.

Betriebsamt Posen.

Hr. Kielhorn, Baurath.
- Treibich, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Thewalt, desgl.
- Werren (Maximilian), desgl.
- Walther, desgl. in Ostrowo.

Betriebsamt Neifse.

Hr. Dieckmann, Regierungs- und Baurath.
- Mappes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Augustin, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Sugg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Glünder, Baurath in Glatz.

### 11. Eisenbahn-Direction in Altona.

Hr. Grotefend, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Wegener, Eisenbahn-Director, Mitglied der Direction.
- Krause, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Kuppisch, Eisenbahn-Director, desgl.
- Passauer, Eisenbahn-Director.
- Caesar, Regierungs- und Baurath.
- Haafs, Eisenbahn-Director.
- Ulrich, Baurath.
- Dr. Bräuler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schreinert (Gustav), desgl.
- Schneider, Baurath in Neumünster.
- Walter, Eisenbahn-Maschineninspector in Berlin.
- Rizor, Eisenbahn-Bauinspector in Wittenberge.
- Richter (August), desgl. in Hamburg.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Schneider (Hermann), Regierungs- und Baurath.
- Ritter (Adolph), Baurath.
- Boenisch, desgl.
- Maercker, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Settgast, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Wittenberge.

Betriebsamt Hamburg.

Hr. Jungbecker, Regierungs- und Baurath.
- Kärger, Baurath.
- Brandt, desgl.
- Langbein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Kiel.

Hr. Müller, Regierungs- und Baurath.
- Claus, desgl.
- Schmidt (Theodor), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Steinbifs, Eisenbahn-Maschineninspector.

Betriebsamt Flensburg.

Hr. Petersen, Baurath.
- Reinert, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Fieck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Glückstadt.

Hr. Lund, Eisenbahn-Director.

## *D.* Bei Provincial-Verwaltungs-Behörden.

### 1. Regierung in Königsberg O/Pr.

Hr. Natus, Regierungs- und Baurath in Königsberg.
- Hinckeldeyn, desgl. daselbst.
- Launer, desgl. daselbst.
- Schmarsow, Kreis-Bauinspector in Neidenburg.

Hr. Dempwolff, Baurath, Hafen-Bauinspector in Memel.
- Ihne, desgl. Kreis-Bauinspector in Königsberg.
- Cartellieri, desgl. desgl. in Allenstein.
- Kaske, desgl. desgl. in Bartenstein.
- Siebert, desgl. desgl. in Königsberg (Stadtkreis I).
- Funck, desgl. desgl. in Königsberg (Ldkr. Eylau).

Hr. Rauch, Kreis-Bauinspector in Königsberg (Landkreis).
- Hoehne, Kreis-Bauinspector in Rössel.
- Bessel-Lorck, Land-Bauinspector, bei der Regierung in Königsberg
- Haake, Land-Bauinspector, desgl.
- Fuchs, Kreis-Bauinspector in Mohrungen.
- Gibelius, desgl. in Osterode O/Pr.
- Schierhorn, Hafen-Bauinspector in Pillau.
- Morgenstern, Wasser-Bauinsp. in Zölp bei Maldeuten O/Pr.
- Fechner, desgl. in Tapiau.
- Knappe, Kreis-Bauinspector in Königsberg (Stadtkreis II).
- Werneburg, Wasser-Bauinspector, bei der Regierung in Königsberg.
- Rhode, desgl. desgl.
- Weber, Kreis-Bauinspector in Memel.
- Schultz (Gustav), desgl. in Wehlau.
- Tieffenbach, comm. desgl. in Ortelsburg.
- Nolte, Kreis-Bauinspector in Labiau.
- Plachetka, desgl. in Rastenburg.
- Beilstein, desgl. in Braunsberg.

### 2. Regierung in Gumbinnen.

Hr. Kröhnke, Regierungs- und Baurath in Gumbinnen.
- Kleinwächter, Bauinspector, comm. Regierungs- und Baurath daselbst.
- Siehr, Baurath, Kreis-Bauinspector in Insterburg.
- Kapitzke, desgl. desgl. in Tilsit.
- Schlichting, desgl., Wasser-Bauinspector daselbst.
- Dannenberg, desgl. Kreis-Bauinspector in Lyck.
- Kellner, desgl. in Kaukehmen.
- Schoetensack, Wasser-Bauinspector in Kuckerneese.
- Bluhm, Kreis-Bauinspector in Pillkallen.
- Marggraff, Kreis-Bauinspector in Angerburg.
- Voerkel, desgl. in Lötzen.
- Beckmann (Karl), desgl. in Ragnit.
- Hausmann, Bauinspector bei der Regierung in Gumbinnen.
- Baumgarth, Kreis-Bauinspector in Stallupönen.
- Pelizäus, desgl. in Goldap.
- Promnitz, desgl. in Gumbinnen.
- Strohn, desgl. in Sensburg.
- Reinboth, comm. desgl. in Johannisburg.

### 3. Ober-Präsidium (Weichselstrom-Bauverwaltung) in Danzig.

Hr. Kozlowski, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector in Danzig.
- Kischke, Baurath, Wasser-Bauinspector in Elbing.
- Barnick, desgl. desgl. in Marienwerder.
- Steinbick, desgl. desgl. in Danzig.
- Höffgen, desgl. Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Danzig.
- Löwe, Wasser-Bauinspector in Culm.

### 3a. Königl. Commission in Danzig zur Ausführung der an der Weichselmündung herzustellenden Deich- und Schiffahrtsanlagen.

Hr. Müller (Karl), Wasser-Bauinspector (techn. Mitglied) in Danzig.

### 4. Regierung in Danzig.

Hr. Ehrhardt, Geheimer Regierungsrath in Danzig.
- Schattauer, Regierungs- und Baurath daselbst.
- von Schon, Baurath, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Dittmar, desgl. desgl. in Marienburg.
- Lehmbeck, Bauinspector bei der Regierung in Danzig.
- Siefer, Kreis-Bauinspector in Neustadt W/Pr.
- Mertins, desgl. in Pr. Stargard.
- Schreiber, desgl. in Berent.
- Jende, desgl. in Carthaus.
- Bachem, desgl. in Elbing.
- Wilhelms, comm. Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.

### 5. Regierung in Marienwerder.

Hr. Freund, Regierungs- und Baurath in Marienwerder.
- Kummer, comm. desgl. daselbst.
- Elsafser, Baurath, Kreis-Bauinspector in Strasburg W/Pr.
- Wolff, Baurath bei der Regierung in Marienwerder.
- Koppen (Karl), Kreis-Bauinspector in Dt. Crone.
- Otto, Baurath, desgl. in Conitz.
- Büttner, desgl. desgl. in Marienwerder.
- Dollenmaier, desgl. in Dt. Eylau.
- Klopsch, desgl. in Thorn.
- Wilcke, desgl. in Flatow.
- Happe, desgl. in Graudenz.
- Koppen (Otto), desgl. in Schwetz.
- Collmann von Schatteburg, desgl. in Schlochau.

### 6. Ministerial-Bau-Commission in Berlin.

Hr. Emmerich, Regierungs- und Baurath.
- Werner, desgl.
- Haesecke, Baurath.
- Röhnisch, desgl.
- Schulze, desgl.
- Küster, desgl.
- Ertmann, Wasser-Bauinspector.
- Boettger (Paul), Bauinspector.
- Germelmann, Wasser-Bauinspector.
- Oehmcke, Land-Bauinspector.
- Eger, Wasser-Bauinspector.
- Kleinau, Bauinspector.

### 7. Polizei-Präsidium in Berlin.

Hr. Garbe, Regierungs- und Baurath in Berlin.
- Weber, desgl. daselbst.
- Badstübner, Baurath, daselbst.
- Soenderop, desgl. daselbst.
- Krause, desgl. daselbst.
- Hacker, desgl. daselbst.
- Tiemann, desgl. daselbst.
- Runge, desgl. in Charlottenburg.
- Grassmann, Bauinspector in Berlin.
- Froebel, desgl. daselbst.
- Nitka, desgl. daselbst.
- Mühlke, desgl. daselbst.
- Dimel, desgl. daselbst.

### 8. Regierung in Potsdam.

Hr. Muyschel, Geheimer Regierungsrath in Potsdam.
- Dieckhoff, Regierungs- und Baurath daselbst.
- von Tiedemann, Geheimer Regierungsrath daselbst.
- Düsterhaupt, Baurath, Kreis-Bauinspector in Freienwalde a/O.
- Schuke, desgl. Wasser-Bauinspector in Rathenow.
- Thiem, desgl. desgl. in Eberswalde.
- Habermann, desgl. desgl. in Potsdam
- Köhler, desgl. Kreis-Bauinspector in Brandenburg a/H.
- Leiter, desgl. Wasser-Bauinspector in Thiergartenschleuse bei Oranienburg.
- Schönrock, desgl. Kreis-Bauinspector in Berlin.
- Domeier, Kreis-Bauinspector in Beeskow.
- Reinckens, desgl. in Jüterbog.
- Bohl, Baurath, desgl. in Berlin.
- Volkmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Angermünde.
- von Lancizolle, desgl., desgl. in Nauen.
- von Niederstetter, desgl. desgl. in Perleberg.
- Rhenius, Kreis-Bauinspector in Wittstock.
- Leithold, desgl. in Berlin.
- Saal, desgl. in Potsdam.
- Tolkmitt, Wasser-Bauinspector in Cöpenick.
- Prentzel, Kreis-Bauinspector in Templin.
- Krüger, Land-Bauinspector bei der Regierung in Potsdam.
- Johl, Kreis-Bauinspector in Neu-Ruppin.
- Schmidt (Hugo), Wasser-Bauinspector in Zehdenick.

Hr. Hoffmann (Friedrich), Wasser-Bauinspector, bei der Regierung in Potsdam.
- Michelmann, desgl. in Fürstenwalde, Spree.
- Coqui, Kreis-Bauinspector in Prenzlau.

### 9. Regierung in Frankfurt a/O.

Hr. Schack, Geheimer Regierungsrath in Frankfurt a/O.
- Pescheck, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Petersen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Landsberg a/W.
- Giebe, desgl. desgl. in Friedeberg N.-M.
- Müller (Louis), desgl. desgl. in Arnswalde.
- von Rutkowski, desgl. desgl. in Königsberg N.-M.
- Müller (August), desgl. desgl. in Guben.
- Beutler, desgl. desgl. in Cottbus.
- Gamper, desgl. desgl. in Sorau.
- Bertuch, desgl. desgl. in Frankfurt a/O.
- Engisch, Kreis-Bauinspector in Züllichau.
- Mebus, desgl. in Drossen.
- Lipschitz, desgl. in Luckau.
- Schultz (Johannes), Wasser-Bauinspector in Landsberg a/W.
- Nienburg, Bauinspector bei der Regierung in Frankfurt a/O.
- Hesse (Karl), Land-Bauinspector desgl. daselbst.

### 10. Regierung in Stettin.

Hr. Steinbrück, Regierungs- und Baurath in Stettin.
- Haupt, desgl. daselbst.
- Weizmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Greifenhagen.
- Krone, Kreis-Bauinspector in Anklam.
- Steinbrück, Baurath, desgl. in Cammin.
- Jacob, desgl. desgl. in Demmin.
- Balthasar, Kreis-Bauinspector in Stargard i/P.
- Mannsdorf, Baurath, desgl. in Stettin.
- Blankenburg, Kreis-Bauinspector in Swinemünde.
- Beckershaus, desgl. in Greifenberg i/P.
- Hermann, Wasser-Bauinspector in Stettin.
- Breisig, Bauinspector bei der Regierung in Stettin.
- Eich, Hafen-Bauinspector in Swinemünde.
- Mithoff, comm. Kreis-Bauinspector in Naugard.

### 11. Regierung in Cöslin.

Hr. Döbbel, Geheimer Baurath in Cöslin.
- Benoit, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Ossent, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neustettin.
- Jaeckel, desgl. desgl. in Stolp.
- Backe, desgl. in Dramburg.
- Naumann, desgl. desgl. in Cöslin.
- Anderson, Hafen-Bauinspector in Colbergermünde.
- Kosidowski, Kreis-Bauinspector in Belgard.
- Pfeiffer, desgl. in Schlawe.
- Thoemer, Land-Bauinspector bei der Regierung in Cöslin.
- Schwarze, Kreis-Bauinspector in Lauenburg i/Pommern.

### 12. Regierung in Stralsund.

Hr. Wellmann, Geheimer Baurath in Stralsund.
- Siber, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Barth, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
- Frölich, desgl. desgl. in Greifswald.
- Bickmann, desgl. in Stralsund.

### 13. Regierung in Posen.

Hr. Koch, Geheimer Regierungsrath in Posen.
- Albrecht, Geheimer Baurath daselbst.
- Schönenberg, Baurath, Kreis-Bauinspector in Lissa.
- Hirt, desgl. desgl. in Posen.
- Wronka, desgl. desgl. in Ostrowo.
- Helmcke, desgl. desgl. in Meseritz.
- Stocks, desgl. desgl. in Posen.
- de Groote, Bauinspector bei der Regierung in Posen.
- Habermann, Kreis-Bauinspector in Wollstein.

Hr. Spanke, Kreis-Bauinspector in Krotoschin.
- Beuck, Wasser-Bauinspector in Birnbaum.
- Engelmeier, Kreis-Bauinspector in Grofsdorf bei Birnbaum.
- Hauptner, desgl. in Schrimm.
- Vatiché, Wasser-Bauinspector, bei der Regierung in Posen.
- Thomany, Wasser-Bauinspector in Posen.
- Zeuner, Kreis-Bauinspector in Lissa.
- Reichenbach, desgl. in Obornik.
- Spittel comm. desgl. in Wreschen.

### 14. Regierung in Bromberg.

Hr. Reichert, Regierungs- und Baurath in Bromberg.
- Demnitz, desgl. daselbst.
- Herschenz, Baurath, Kreis-Bauinspector in Gnesen.
- Graeve, desgl. desgl. in Czarnikau.
- Küntzel, desgl. desgl. in Inowrazlaw.
- Heinrich, desgl. desgl. in Mogilno.
- Bauer, Kreis-Bauinspector in Nakel.
- Muttray, Baurath, desgl. in Bromberg.
- Wichgraf, Bauinspector bei der Regierung in Bromberg.
- Allendorff, Wasser-Bauinspector in Bromberg.
- Wagenschein, Kreis-Bauinspector in Schubin.
- Baske, desgl. in Wongrowitz.

### 15. Oberpräsidium (Oderstrom-Bauverwaltung) in Breslau.

Hr. Bader, Geheimer Regierungsrath, Strom-Baudirector in Breslau.
- Orban, Baurath, Wasser-Bauinspector in Cüstrin.
- Müller, desgl. desgl. in Crossen a/O.
- Brinkmann, desgl. in Steinau a/O.
- Hamel, desgl. und Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Breslau.
- Dittrich, Wasser-Bauinspector in Brieg.
- Borchers, desgl. in Ratibor.
- Schultz (Hermann), desgl. in Glogau.
- Wegener, desgl. (technischer Hülfsarbeiter) in Breslau.

### 16. Regierung in Breslau.

Hr. Beyer, Regierungs- und Baurath in Breslau.
- Cramer, desgl. daselbst.
- Baumgart, Baurath, Kreis-Bauinspector in Glatz.
- Stephany, desgl. desgl. in Reichenbach.
- Knorr, desgl. desgl. in Breslau (Stadtkreis).
- Woas, desgl. desgl. in Brieg a/O.
- Hammer, desgl. desgl. in Schweidnitz.
- Reuter, desgl. desgl. in Strehlen.
- Berndt, desgl. desgl. in Trebnitz.
- Toebe, Kreis-Bauinspector in Breslau (Landkreis).
- Jonas, desgl. in Neumarkt.
- Weinbach, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Breslau.
- Brinkmann, Kreis-Bauinspector in Wohlau.
- Maas, desgl. in Oels.

### 17. Regierung in Liegnitz.

Hr. von Zschock, Geheimer Regierungsrath in Liegnitz.
- Fölsche, Baurath, (Hülfsarbeiter) in Liegnitz.
- Starke, Kreis-Bauinspector in Görlitz.
- Weinert, Baurath, Kreis-Bauinspector in Grünberg.
- Jahn, desgl. desgl. in Liegnitz.
- Holtzhausen, desgl. desgl. in Sagan.
- Jungfer, desgl. desgl. in Hirschberg.
- Ziolecki, Kreis-Bauinspector in Bunzlau.
- Schmitz, desgl. in Hoyerswerda.
- Lohse, comm. desgl. in Landeshut.

### 18. Regierung in Oppeln.

Hr. Loenartz, Regierungs- und Baurath in Oppeln.
- Moebius, desgl. daselbst.
- Weyer, desgl. daselbst.

Hr. Rösener, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neiſse.
- Bachmann, desgl. desgl. in Oppeln.
- Roseck, Kreis-Bauinspector in Carlsruh O/S.
- Becherer, Baurath, Kreis-Bauinspector in Rybnik.
- Schalk, Kreis-Bauinspector in Neisse.
- Annecke, desgl. in Gleiwitz.
- Blau, desgl. in Beuthen O/S.
- Posern, desgl. in Pleſs.
- Baumert, desgl. in Ratibor.
- Ritzel, desgl. in Neustadt O/S.
- Adank, desgl. in Oppeln.
- Seligmann, desgl. in Cosel.
- Deumling, desgl. in Kreuzburg O/S.
- Stooff, Land-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Oppeln.
- Siebert, Wasser-Bauinspector bei der Regierung daselbst
- Andreae, Kreis-Bauinspector in Gr. Strehlitz.
- Rettig, comm. desgl. in Leobschütz.

19. Ober-Präsidium (Elbstrom-Bauverwaltung) in Magdeburg.

Hr. von Doemming, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector in Magdeburg.
- Katz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lüneburg.
- Schramme, Baurath, desgl. (techn. Hülfsarb.) in Magdeburg.
- Grote, desgl. desgl. in Torgau.
- Bauer, desgl. desgl. Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Magdeburg.
- Fischer, Wasser-Bauinspector in Wittenberge.
- Krebs, desgl. in Lauenburg a/E.
- Claussen, desgl. in Magdeburg.
- Heekt, desgl. in Stendal.

20. Regierung in Magdeburg.

Hr. Döltz, Geheimer Baurath in Magdeburg.
- Bayer, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Schüler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Halberstadt.
- Fritze, desgl. desgl. in Magdeburg.
- Kluge, desgl. desgl. in Genthin.
- Schlitte, desgl. desgl. in Quedlinburg.
- Reitsch, desgl. desgl. in Magdeburg.
- Fiebelkorn, desgl. desgl. in Schönebeck.
- Meiſsner, desgl. in Salzwedel.
- Varnhagen, Baurath, desgl. in Halberstadt.
- Bastian, Bauinspector bei der Regierung in Magdeburg.
- Pitsch, Kreis-Bauinspector in Wanzleben.
- Heller, desgl. in Neuhaldensleben.
- Saran, desgl. in Wolmirstedt.
- Selhorst, desgl. in Osterburg.

21. Regierung in Merseburg.

Hr. Becker, Regierungs- und Baurath in Merseburg.
- Michaelis, desgl. daselbst.
- Pietsch, Baurath, Kreis-Bauinspector in Torgau.
- Werner, desgl. desgl. in Naumburg a/S.
- Kilburger, desgl. desgl. in Halle a/S.
- Boës, desgl. Wasser-Bauinspector in Naumburg a/S.
- Schröder, desgl. Kreis-Bauinspector in Sangerhausen.
- Mathy, desgl. Wege-Bauinspector in Halle a/S.
- Lucas, desgl. Kreis-Bauinspector in Delitzsch.
- Brünecke, desgl. Wasser-Bauinspector in Halle a/S.
- Boltz, Kreis-Bauinspector in Weiſsenfels a/S.
- Heeren, Wege-Bauinspector in Torgau.
- Horn, Land-Bauinspector bei der Regierung in Merseburg.
- Matz, desgl. desgl. daselbst.
- von Wickede, Wege-Bauinspector in Merseburg.
- Trampe, Kreis-Bauinspector in Eisleben.
- Pogge, comm. desgl. in Merseburg.
- N. N., Kreis-Bauinspector in Wittenberg.

22. Regierung in Erfurt.

Hr. Hesse, Geheimer Baurath in Erfurt.
- Boetel, Baurath, Kreis-Bauinspector in Erfurt.



Hr. Beisner, Kreis-Bauinspector z. Z. in Erfurt (bei der Regierung).
- Caspary, desgl. in Suhl.
- Röttscher, desgl. in Mühlhausen i/Thür.
- Unger, desgl. in Nordhausen.
- Tietz, comm. desgl. in Heiligenstadt.

23. Regierung in Schleswig.

Hr. Germer, Regierungs- und Baurath in Schleswig.
- Heidelberg, desgl. daselbst.
- Suadicani, desgl. daselbst.
- Edens, Baurath, Wasser-Bauinspector in Rendsburg.
- Weinreich, desgl. desgl. in Friedrichstadt bei Husum.
- Friese, desgl. Kreis-Bauinspector in Kiel.
- Kröhnke, desgl. desgl. in Itzehoe.
- Treede, desgl. desgl. in Husum.
- Greve, desgl. desgl. in Altona.
- Heydorn, desgl. desgl. in Ploen.
- Jensen, desgl. desgl. in Flensburg.
- Hotzen, desgl. desgl. in Schleswig.
- Reimers, Wasser-Bauinspector in Tönning.
- Boden, desgl. in Glückstadt.
- Thomas, desgl. bei der Regierung in Schleswig.
- Natorp, Kreis-Bauinspector in Oldesloe.
- Angelroth, Land-Bauinspector bei der Regierung in Schleswig.
- Vollmar, Kreis-Bauinspector in Meldorf.
- Jablonowski, desgl. in Hadersleben.

24. Regierung in Hannover.

Hr. Sasse, Geheimer Baurath in Hannover.
- Buhse, desgl. daselbst.
- Heye, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hoya.
- Meyer, desgl. desgl. in Hameln.
- Rodde, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Hannover.
- Bergmann, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Tophof, desgl. in Hameln.
- Tesmer, desgl. in Nienburg.
- Schröder, desgl. in Hannover.
- Hensel, desgl. daselbst.
- Prejawa, comm. desgl. in Diepholz.

25. Regierung in Hildesheim.

Hr. Hellwig, Regierungs- und Baurath in Hildesheim.
- Frölich, desgl. daselbst.
- Koppen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Einbeck.
- Knipping, desgl. desgl. in Hildesheim.
- Junker, desgl. bei der Regierung in Hildesheim.
- Schade, Wasser-Bauinspector in Hildesheim.
- Mende, Kreis-Bauinspector in Osterode a/H.
- Breymann, desgl. in Göttingen.
- Scholz, desgl. in Hildesheim.
- Rühlmann, desgl. in Zellerfeld.
- von Behr, comm. Kreis-Bauinspector in Goslar.

26. Regierung in Lüneburg.

Hr. Tolle, Regierungs- und Baurath in Lüneburg.
- Delius, comm. desgl. daselbst.
- Fenkhausen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Celle.
- Brünneke, desgl. desgl. in Lüneburg.
- Höbel, desgl. desgl. in Uelzen.
- Röbbelen, desgl. desgl. in Gifhorn.
- Lindemann, desgl. desgl. in Hitzacker.
- Kayser, Wasser-Bauinspector in Celle.
- Kirstein, Kreis-Bauinspector in Harburg.
- Narten, comm. Wasser-Bauinspector daselbst.

27. Regierung in Stade.

Hr. Pampel, Geheimer Baurath in Stade.
- Dittmar, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Schaaf, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Höbel, desgl. desgl. in Geestemünde.
- Bertram, desgl. desgl. in Verden.

Hr. Post, Kreis-Bauinspector in Neuhaus a/Oste.
- Ratjen, desgl. in Buxtehude.
- König, desgl. in Stade.
- Mau, Bauinspector bei der Regierung in Stade.
- Hellwig, Kreis-Bauinspector in Geestemünde.
- Herzig, desgl. in Verden.
- Millitzer, comm. Wasser-Bauinspector in Vegesack.

### 28. Regierung in Osnabrück.

Hr. Grahn, Geheimer Regierungsrath in Osnabrück.
- Meyer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lingen.
- Haspelmath, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
- Reifsner, desgl. desgl. in Osnabrück.
- Borchers, desgl. desgl. daselbst.
- Beckmann (Onno), Bauinspector bei der Regierung daselbst.
- Mehliss, Wasser-Bauinspector in Meppen.

### 29. Regierung in Aurich.

Hr. Meyer, Regierungs- und Baurath in Aurich.
- Clauditz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Leer.
- Wertens, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Panse, Baurath, Wasser-Bauinspector in Norden.
- Dannenberg, desgl. desgl. in Emden.
- Biedermann, Kreis-Bauinspector in Wilhelmshaven.
- Münchhoff, Bauinspector bei der Regierung in Aurich.
- Breiderhoff, Kreis-Bauinspector in Norden.

### 30. Regierung in Münster.

Hr. Steinbeck, Regierungs- und Baurath in Münster.
- Quantz, Baurath, Kreis-Bauinspector daselbst.
- von Hülst, desgl. desgl. in Recklinghausen.
- Schmitz, Bauinspector bei der Regierung in Münster.
- Roeder (Franz), Wasser-Bauinspector in Hamm.
- Rosskothen, Kreis-Bauinspector in Burgsteinfurt.
- Niermann, desgl. in Münster.

### 30a. Königl. Canal-Commission in Münster i/W. (für die Herstellung des Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen).

Hr. Oppermann, Regierungs- u. Baurath, Vorsitzender, in Münster.
- Plathner, Wasser-Bauinspector, Stellvertreter d. Vorsitzenden, in Münster.
- Lauenroth, desgl. (Hülfsarbeiter) daselbst.

### 31. Regierung in Minden.

Hr. Eitner, Regierungs- und Baurath in Minden.
- Cramer, Baurath, Kreis-Bauinspector in Bielefeld.
- Harhausen, desgl. desgl. in Herford.
- Biermann, desgl. desgl. in Paderborn.
- Holtgreve, Kreis-Bauinspector in Höxter.
- von Pelser-Berensberg, Bauinspector bei der Regierung in Minden.

### 32. Regierung in Arnsberg.

Hr. Geifsler, Geheimer Baurath in Arnsberg.
- Haege, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegen.
- Westphal, desgl. desgl. in Soest.
- Genzmer, desgl. desgl. in Dortmund.
- Hammacher, desgl. desgl. in Hagen.
- Carpe, desgl. desgl. in Brilon.
- Landgrebe, Kreis-Bauinspector in Arnsberg.
- Lünzner, Bauinspector (technischer Hülfsarbeiter) daselbst.
- Kifs, Kreis-Bauinspector in Bochum.

### 33. Regierung in Cassel.

Hr. Zeidler, Geheimer Regierungsrath in Cassel.
- von Schumann, Geheimer Baurath daselbst.
- Neumann, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Kullmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Rinteln.
- Hoffmann, desgl. Kreis-Bauinspector in Fulda.
- Spangenberg, desgl. desgl. in Steinau.

Hr. Schwartz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Cassel (bei der Fulda-Regulirung).
- Arnold, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hanau.
- Schuchard, desgl. desgl. in Cassel.
- Difsmann, desgl. desgl. in Melsungen.
- Momm, desgl. desgl. in Hersfeld.
- Linker, desgl. desgl. in Rinteln.
- Bornmüller, Kreis-Bauinspector in Gelnhausen.
- Büchling, Baurath, Kreis-Bauinspector in Eschwege.
- Loebell, desgl. desgl. in Hofgeismar.
- von Lukomski, desgl. desgl. in Cassel.
- Lauth, Kreis-Bauinspector in Fulda (Baukreis Hünfeld).
- Wiesel, Wasser-Bauinspector in Cassel.
- Rüppel, Bauinspector bei der Regierung daselbst.
- Klutmann, Land-Bauinspector desgl. daselbst.
- Schulz (Paul), Kreis-Bauinspector in Schmalkalden.
- von den Bercken, desgl. in Homberg.
- Scheurmann, desgl. in Fritzlar.
- vom Dahl, desgl. in Marburg.
- Lang, Wasser-Bauinspector bei der Regierung in Cassel.
- Gerpe, Kreis-Bauinspector in Kirchhain.
- Müller (Otto), desgl. in Frankenberg.

### 34. Regierung in Wiesbaden.

Hr. Cremer, Geheimer Regierungsrath in Wiesbaden.
- Cuno, Geheimer Baurath daselbst.
- Wagner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Frankfurt a/M.
- Herrmann, desgl. desgl. in Geisenheim.
- Helbig, desgl. desgl. in Wiesbaden.
- Scheele, desgl. desgl. in Dillenburg.
- Spinn, desgl. desgl. in Weilburg.
- Holler, desgl. desgl. in Homburg v/d. Höhe.
- Herborn, desgl. desgl. in Langen-Schwalbach
- Hehl, desgl. desgl. in Diez.
- Lütcke, Bauinspector bei der Regierung in Wiesbaden.
- Dr. von Ritgen, desgl. desgl. daselbst.
- Dapper, Kreis-Bauinspector in Montabaur.
- Teubert, Wasser-Bauinspector in Diez.
- Hensch, desgl. in Frankfurt a/M.
- Heimsoeth, Kreis-Bauinspector in Wiesbaden.
- Hesse (Karl), desgl. in Biedenkopf.

### 35. Ober-Präsidium (Rheinstrom-Bauverwaltung) in Coblenz.

Hr. Berring, Geh. Regierungsrath, Strom-Baudirector in Coblenz.
- Hartmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.
- Bretting, desgl. in Köln a/Rh.
- Rüsgen, desgl. in Coblenz.
- Beyer, desgl. in Wesel.
- Mütze, desgl. Stellvertreter des Strom-Baudirectors u. Rheinschiffahrts-Inspector in Coblenz.
- Morant, Wasser-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) daselbst.

### 36. Regierung in Coblenz.

Hr. Cuno, Regierungs- und Baurath in Coblenz.
- Möller, Baurath, Kreis-Bauinspector in Creuznach.
- Scheepers, desgl. desgl. in Wetzlar.
- Zweck, desgl. desgl. in Andernach.
- Henderichs, desgl. desgl. in Coblenz.
- Wentzel, Bauinspector bei der Regierung daselbst.
- Mylius, Wasser-Bauinspector in Cochem a. Mosel.

### 37. Regierung in Düsseldorf.

Hr. Borggreve, Geheimer Regierungsrath in Düsseldorf.
- Lieber, Geheimer Baurath daselbst.
- Denninghoff, desgl. daselbst.
- Hasenjäger, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Bormann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Elberfeld.
- Radhoff, desgl. desgl. in Geldern.
- Möller, desgl. desgl. in Düsseldorf.
- Ewerding, desgl. desgl. in Crefeld.

Hr. v. Perbandt, Baurath, Bauinspector (technischer Hülfsarbeiter) in Düsseldorf.
- Spillner, Kreis-Bauinspector in Essen.
- Kirch, Wasser-Bauinspector in Ruhrort.
- Hillenkamp, Kreis-Bauinspector in Wesel.

### 38. Regierung in Köln.

Hr. Balzer, Regierungs- und Baurath in Köln.
- Eschweiler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegburg.
- Freyse, desgl. desgl. in Köln.
- Stoll, desgl. Polizei-Bauinspector daselbst.
- Reinike, Kreis-Bauinspector in Bonn.
- Kosbab, Bauinspector bei der Regierung in Köln.

### 39. Regierung in Trier.

Hr. Seyffarth, Geheimer Regierungsrath in Trier.
- Heldberg, Geheimer Baurath daselbst.
- Schönbrod, Baurath, Wasser-Bauinspector in Saarbrücken.
- Brauweiler, desgl., Kreis-Bauinspector in Trier.
- Freudenberg, desgl. desgl. in Berncastel.
- Krebs, desgl. desgl. in Trier.
- Treplin, desgl., Wasser-Bauinspector daselbst.
- Koch, desgl., Kreis-Bauinspector in Saarbrücken.

### 40. Regierung in Aachen.

Hr. Kruse, Geheimer Baurath in Aachen.
- Nachtigall, Baurath, Kreis-Bauinspector in Düren.
- Mergard, desgl. desgl. in Aachen.
- Moritz, Kreis-Bauinspector in Montjoie.
- Daniels, Bauinspector bei der Regierung in Aachen.
- Rattey, comm. Kreis-Bauinspector daselbst.

### 41. Regierung in Sigmaringen.

Hr. Laur, Geheimer Baurath in Sigmaringen.

---

## II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

### 1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers u. Königs, beim Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses.

Hr. Totens, Hof-Baurath in Berlin.
- Ihne, Hof-Baurath daselbst.
- Bohne, Hof-Bauinspector in Potsdam.

---

Hr. Krüger, Hofkammer- und Baurath bei der Hofkammer der Königlichen Familiengüter, in Berlin.

---

Hr. Niermann, Hausfideicommifs-Baurath in Berlin.
- Haeberlin, Hof-Baurath in Potsdam.
- Knyrim, desgl. in Wilhelmshöhe bei Cassel.
- Geyer, Hof-Bauinspector in Berlin.

---

### 2. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Hr. Spieker, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- Persius, Geheimer Ober-Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin.
- Voigtel, Geheimer Regierungsrath, Dombaumeister in Köln.
- Dr. Meydenbauer, Regierungs- und Baurath beim Ministerium in Berlin.
- Leopold, Baurath bei der Kloster-Verwaltung in Hannover.
- Merzenich, Baurath, Architekt für die Königl. Museen in Berlin.
- Bürckner, Land-Bauinspector im Ministerium in Berlin.
- Ditmar, desgl. daselbst.
- Brinckmann, Land-Bauinspector u. akademischer Baumeister in Greifswald.
- Leidich, comm. Bauinspector, Zeichnenlehrer an der Landesschule in Pforta.

---

### 3. Beim Ministerium für Handel und Gewerbe und im Ressort desselben.

Hr. Gebauer, Geh. Bergrath, Ober-Berg- u. Baurath in Berlin.
- Neufang, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Ober-Bergamts-District Bonn, in Saarbrücken.
- Dr. Langsdorf, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Clausthal, in Clausthal.
- Dumreicher, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Ober-Bergamts-District Bonn, in Saarbrücken.

Hr. Buchmann, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Halle a/S., in Schönebeck bei Magdeburg.
- Braun, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Bezirk der Bergwerks-Direction Saarbrücken, in Saarbrücken.
- Gieseke, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Dortmund, in Osnabrück.
- Haselow, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Breslau, in Gleiwitz.
- Schmidt (Robert), Bauinspector im Ober-Bergamts-District Halle a. S. in Stafsfurt.

---

### 4. Beim Ministerium für Landwirthschaft, Domänen und Forsten und im Ressort desselben.

Hr. Cornelius, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- Kunisch, desgl. in Berlin.
- Reiche, Land-Bauinspector in Berlin.
- Schulemann, Regierungs- und Baurath in Bromberg.
- Schmidt, desgl. in Cassel.
- Wille, desgl. in Magdeburg.
- von Münstermann, desgl. in Breslau.
- Messerschmidt, desgl., bei der Ansiedelungs-Commission der Provinzen Posen u. Westpreufsen, in Posen.
- Hefs, Baurath, Meliorations-Bauinspector in Hannover.
- Fahl, Meliorations-Bauinspector in Danzig.
- Nestor, desgl. in Trier.
- Gerhardt, desgl. in Berlin.
- von Lancizolle, desgl. in Stettin.
- Huppertz (Karl), Docent für Baukunde und Meliorationswesen an der landwirthschaftlichen Akademie in Poppelsdorf bei Bonn.
- Danckwerts, Meliorations-Bauinspector in Königsberg i/Pr.
- Grantz, desgl. in Münster i/W.
- Münchow, desgl. in Schleswig.
- Graf (Ernst), comm. desgl. in Düsseldorf.
- Krüger (Karl), comm. desgl. in Oppeln.

---

### 5. Den diplomatischen Vertretungen im Auslande sind zugetheilt.

Hr. Roeder (Rudolph), Baurath, Wasser-Bauinspector in Wien.
- Volkmann, desgl. desgl. in St. Petersburg.
- Keller (Herm.), desgl. in Rom.
- Mathies, desgl. in Paris.
- Petri, Königlicher Regierungs-Baumeister in New-York.

## III. Bei besonderen Bauausführungen.

Hr. Fülscher, Geheimer Baurath, Mitglied der Kaiserl. Canal-Baucommission in Kiel.
- Haeger, Baurath, beim Bau des Reichstagsgebäudes in Berlin.
- Mohr, Regierungs- und Baurath, leitet den Bau des Oder-Spree-Canals in Fürstenwalde/Spree.
- Spitta, Land-Bauinspector, leitet den Bau neuer Kirchen in Berlin.
- Waldhausen, Land-Bauinspector, leitet die Universitätsbauten in Breslau.
- Kracht, Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten, in Kurzebrack.
- Bergmann, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Empfangsgebäudes auf dem Banhof in Osnabrück.
- Kuntze, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau des Nord-Ostsee-Canals, in Kiel.
- Goerz, desgl. desgl. in Rendsburg.
- Schulze (Ludw.), desgl. desgl. in Burg i/Dithm.
- Reer, desgl. desgl. in Kiel.
- Brandt, desgl. desgl. in Burg i/Dithm.
- Peltz, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Empfangsgebäudes auf dem Bahnhof in Halle a. S.
- Schwartz, Baurath, Wasser-Bauinspector, leitet die Arbeiten zur Canalisirung der Fulda von Cassel bis Münden, in Cassel.
- Versmann, Wasser-Bauinspector, bei Rheinstrombauten, in Coblenz.
- Düsing, desgl. beim Bau des Hafens, in Mülheim a/Rhein.
- Bergmann (Heinrich), desgl. bei den Weichselstrombauten, in Fordon.

Hr. Hellmuth, Wasser-Bauinspector, bei den Deichbauten an der Weichselmündung, in Danzig.
- Gorgolewski, Land-Bauinspector, bei den Universitätsbauten in Halle a. S.
- Steinbrecht, desgl. leitet den Restaurationsbau des Hochschlosses in Marienburg W/Pr.
- Wolffram, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Münster i/W.
- Stosch, Wasser-Bauinspector, desgl. in Emden.
- Lieckfeldt, desgl. desgl. in Lingen.
- Otto, desgl. bei den Weichselstrombauten, in Graudenz.
- Weisser, desgl. bei den Regulirungsbauten der Netze, in Filehne.
- Pohl, desgl. bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Rheine.
- Weber, desgl. desgl. in Dortmund.
- Greve, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, bei dem Bau des Nord-Ostsee-Canals, in Kiel.
- Heuner, Wasser-Bauinspector, leitet die Vorarbeiten zur Schiffbarmachung der Leine und Aller, in Hannover.
- Krey, desgl. bei der Regulirung der Lohe, in Strehlen bei Breslau.
- Franke, desgl. beim Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Meppen.
- Gutzmer, desgl. in Colbergermünde.
- Muttray (Wilhelm), desgl. leitet die Arbeiten zur Canalisirung der Unterspree, in Charlottenburg.

---

## IV. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

### *A.* Im Ressort des Reichs-Amts des Innern.

Hr. Busse (August), Geheimer Regierungrath in Berlin.

### *B.* Bei dem Reichs-Eisenbahn-Amt.

Hr. Streckert, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.

Hr. Gimbel, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- E. Emmerich, Geheimer Ober-Regierungsrath daselbst.

### *C.* Bei dem Reichsamte für die Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Hr. Kinel, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.

Hr. Zimmermann, Dr., Regierungsrath in Berlin.

#### Bei den Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen und der Wilhelm-Luxemburg-Eisenbahn.

*a)* bei der Betriebs-Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Hr. Cronau, Ober-Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Funke, desgl. desgl.
- Schübler, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Kaiserlichen General-Direction.
- Hering, Regierungsrath, desgl.
- Schieffer, desgl. desgl.

Sämtlich in Strafsburg.
- Kecker, Eisenbahn-Betriebs-Director, in Metz.
- Büttner, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus in Strafsburg.
- Ostermeyer, desgl. daselbst.
- Ottmann, desgl. in Colmar.
- Coermann, desgl. in Mülhausen.
- Schröder, desgl. in Strafsburg.
- Kriesche, desgl. Vorsteher d. bautechnischen Bureaus in Strafsburg.
- Koeltze, desgl. in Saargemünd.
- Schneidt, desgl. Vorsteher des Materialienbureaus in Strafsburg.
- von Kietzell, Baurath, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hagenau.
- Pabst, desgl. in Strafsburg.
- Schultz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Schlettstadt.

Hr. Wachenfeld, Baurath, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Mülhausen.
- Bonnegger, desgl. desgl. in Diedenhofen.
- Weltin, desgl. in Strafsburg.
- Dietrich, desgl. desgl. in Saarburg.
- Lachner, desgl. desgl. in Saargemünd.
- Strauch, desgl. desgl. in Mülhausen.
- Franken, desgl. desgl. in Metz.
- Rhode, desgl. in Colmar.
- Bossert, desgl. in Saargemünd.
- Laubenheimer, Dr., desgl. in Metz.
- Bozenhardt, desgl. in Saargemünd.
- Mayer, desgl. in Strafsburg.
- Kaeser, desgl. daselbst.
- Keller, Eisenbahn-Baumeister in Schlettstadt.
- Roth, desgl. in Metz.
- Mayr, desgl. in Strafsburg.

*b)* bei der der Kaiserl. General-Direction der Eisenbahnen in Elsafs-Lothringen unterstellten Wilhelm-Luxemburg-Bahn.

Hr. de Bary, Eisenbahn-Betriebsdirector,
- Salentiny, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Graff, desgl.
- Mersch, Ingenieur. Sämtlich in Luxemburg.

## *D.* Bei der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung.

Hr. Skalweit, Geheimer Postrath in Berlin.
- Neumann, Post-Baurath in Erfurt.
- Arnold, desgl. in Karlsruhe (Baden).
- Cuno, desgl. in Frankfurt (Main).
- Nöring, desgl. in Königsberg (Pr.).
- Zopff, desgl. in Dresden.
- Tuckermann, desgl. in Berlin.
- Hindorf, desgl. in Stettin.
- Schmedding, desgl. in Leipzig.
- Hake, desgl. in Hamburg.
- Perdisch, desgl. in Coblenz.
- Kux, desgl. in Breslau.
- Stüler, desgl. in Posen.
- Neumann, desgl. in Magdeburg.

Hr. Techow, Post-Baurath in Berlin.
- Hintze, desgl. in Köln (Rhein).
- Schaeffer, desgl. in Hannover.
- Bettcher, desgl. in Strafsburg (Elsafs).
- Schuppan, Post-Bauinspector in Berlin.
- Wendt, desgl. daselbst.
- Winckler, desgl. in Düsseldorf.
- Prinzhausen, desgl. in Aachen.
- Saegert, desgl. in Schwerin (Mecklenburg).
- Klauwell, desgl. in Gera (Reufs j. L.).
- Tonndorf, desgl. in Arnsberg.
- Struve, desgl. in Spandau.
- Waltz, desgl. in Luckenwalde.

---

Hr. Busse (Karl), Geheimer Ober-Regierungsrath, Director der Reichsdruckerei in Berlin.

## *E.* Bei dem preufsischen Kriegsministerium in Berlin und im Ressort desselben.

### *a)* Ministerial-Bauabtheilung.

Hr. Voigtel, Geheimer Ober-Baurath, Abtheilungs-Chef. Aufserordentliches Mitglied der Akademie des Bauwesens.
- Bernhardt, Geheimer Ober-Baurath.
- Schönhals, Geheimer Baurath.
- Appelius, desgl.
- Wodrig, charakt. desgl.
- Duisberg, desgl. technischer Hülfsarbeiter.
- Klatten, Garnison-Bauinspector.
- Wieczorek, desgl.
- Wutsdorff, desgl.

### *b)* Intendantur- u. Bauräthe und Garnison-Baubeamte.

#### 1. Bei dem Garde-Corps.

Hr. Bruhn, Intendantur- und Baurath in Berlin.
- la Pierre, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Ahrendts, desgl. in Potsdam.
- Köhne, desgl. in Berlin.
- Kahl, desgl. daselbst.
- Böhmer, desgl. daselbst.
- Kneisler, desgl. daselbst.
- Vetter, desgl. daselbst.
- Klingelhöffer, desgl. technischer Hülfsarbeiter b. d. Intendantur des Garde-Corps in Berlin.

#### 2. Bei dem I. Armee-Corps.

Hr. Meyer, Intendantur- und Baurath in Königsberg i/Pr.
- Kentenich, Garnison-Bauinspector in Insterburg.
- Bähcker, desgl. in Königsberg i/Pr.
- Allihn, desgl. daselbst.
- Bagniewski, desgl. in Allenstein.
- Reimer, desgl. in Gumbinnen.

#### 3. Bei dem II. Armee-Corps.

Hr. von Rosainsky, Intendantur- und Baurath in Stettin.
- Bobrik, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Colberg.
- Gerasch, desgl. in Stralsund.
- Atzert, desgl. in Stettin.
- Koch, desgl. in Bromberg.
- Wellmann, desgl. in Cöslin.
- Zeidler, desgl. in Stettin.
- von Fisenne, desgl. in Greifswald.

#### 4. Bei dem III. Armee-Corps.

Hr. Boethke, Intendantur- und Baurath in Berlin.
- Arendt, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Cüstrin.
- Busse, desgl. desgl. in Berlin.
- Döbber, desgl. in Spandau.
- Zaar, desgl. in Berlin.
- Rofsteuscher, desgl. in Spandau.
- Hildebrandt, desgl. mit Wahrnehmung d. Geschäfte des Garnison-Baubeamten beauftragt, in Spandau.

#### 5. Bei dem IV. Armee-Corps.

Hr. Habbe, Intendantur- und Baurath in Magdeburg.
- Ullrich, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Erfurt.
- Schneider I., desgl. desgl. in Halle a. S.
- Brook, desgl. desgl. in Magdeburg.
- von Zychlinski, desgl. desgl. in Wittenberg.
- Grell, desgl. in Magdeburg.

#### 6. Bei dem V. Armee-Corps.

Hr. Schüfsler, Intendantur- und Baurath in Posen.
- Rettig, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Lehmann, desgl. in Liegnitz.
- Bode, desgl. in Posen.
- Schmid, desgl. in Glogau.

#### 7. Bei dem VI. Armee-Corps.

Hr. Steuer, Intendantur- und Baurath in Breslau.
- Veltmann, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Kahrstedt, desgl. in Neifse.
- Neumann, desgl. in Gleiwitz.
- Rokohl, desgl. in Breslau.

#### 8. Bei dem VII. Armee-Corps.

Hr. Kühtze, Intendantur- und Baurath in Münster.
- Zacharias, Garnison-Bauinspector in Wesel.
- Schneider II., desgl. in Münster.
- Schmedding, desgl. in Minden.

#### 9. Bei dem VIII. Armee-Corps.

Hr. Steinberg, Intendantur- und Baurath in Coblenz.
- Hauck, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Köln.
- Jungeblodt, desgl. in Coblenz.
- Heckhoff, desgl. in Trier.
- Thielen, desgl. in Köln.

#### 10. Bei dem IX. Armee-Corps.

Hr. Gerstner, Intendantur- und Baurath in Altona.
- Bolte, Garnison-Bauinspector in Flensburg.
- Drewitz, desgl. Baurath, in Rostock.
- Göbel, desgl. in Altona.

#### 11. Bei dem X. Armee-Corps.

Hr. Schuster, Intendantur- und Baurath in Hannover.
- Linz, Garnison-Bauinspector daselbst.
- Werner, desgl. in Oldenburg.
- Pasdach, desgl. in Braunschweig.

#### 12. Bei dem XI. Armee-Corps.

Hr. Verworn, Intendantur- und Baurath in Cassel.
- Gummel, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Reinmann, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Mainz.
- Pieper, desgl. in Hanau.
- Herzog, desgl. in Darmstadt.

Hr. Blenkle, Garnison-Bauinspector n Mainz.
- Leeg, desgl. technischer Hülfsarbeiter b. der Intendantur des XI. Armee-Corps in Cassel.
- Rohlfing, Königl. Regierungs-Baumeister, mit Wahrnehmung der Geschäfte des Garnison-Baubeamten beauftragt, in Frankfurt a/M

13. Bei dem XIV. Armee-Corps.

Hr. Rühle von Lilienstern, Intendantur- u. Baurath in Karlsruhe.
- Kalkhof, Garnison-Bauinspector, in Mülhausen i/E.
- Gabe, desgl. in Rastatt.
- Hartung, desgl. in Freiburg i/B.
- Jannasch, desgl. in Karlsruhe.
- Hellwich, desgl. daselbst.
- Schwenck, desgl. daselbst.

14. Bei dem XV. Armee-Corps.

Hr. Bandke, Intendantur- und Baurath in Strafsburg i/E.
- Beyer, Garnison-Bauinspector daselbst.

Hr. Andersen, Garnison-Bauinspector in Strafsburg i/E.
- Bösensell, desgl. technischer Hülfsarbeiter bei der Intendantur des XV. Armee-Corps in Strafsburg i/E.

15. Bei dem XVI. Armee-Corps.

Hr. Schmidt, Intendantur- und Baurath in Metz.
- Stolterfoth, Garnison-Bauinspector daselbst.
- Knitterschneid, desgl. daselbst.
- Koppers, desgl. in Möschingen.

16. Bei dem XVII. Armee-Corps.

Hr. Dublanski, Intendantur- und Baurath in Danzig.
- Kienitz, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Graudenz.
- Saigge, desgl. in Thorn.
- Stegmüller, desgl. in Danzig.
- Fehlhaber, desgl. daselbst.
- Scheerbarth, Königl. Regierungs-Baumeister, mit Wahrnehmung der Geschäfte des Garnison-Baubeamten beauftragt, in Thorn.

## *F.* Bei dem Reichs-Marine-Amt.

1. Im Reichs-Marine-Amt in Berlin.

Hr. Wagner, Geheimer Admiralitätsrath und vortragender Rath.
- Brix, desgl. desgl.
- Gurlt, desgl. desgl.
- Dietrich, desgl. desgl. und Chefconstructeur der Kaiserlichen Marine.
- Vogeler, Wirklicher Admiralitätsrath und vortragender Rath.
- Langner, Mar.-Ober-Baurath und Maschinenbau-Director.
- van Hüllen, Mar.-Baurath und Schiffbau-Betriebsdirector.
- Afsmann, desgl. desgl.
- Jaeger, desgl. desgl.
- Strangmeyer, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Krieger, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Schlüter, Mar.-Maschinen-Baumeister.

2. Bei den Werften.

a) Werft in Kiel.

Hr. Franzius, Mar.-Ober-Baurath, Hafenbau-Director.
- Meyer, desgl. Maschinenbau-Director.
- Gebhardt, desgl. Schiffbau-Director.
- Bartsch, Mar.-Baurath und Schiffbau-Betriebsdirector.
- Beck, desgl. und Maschinenbau-Betriebsdirector.
- Schirrmacher, desgl. und Haufenbau-Inspector.
- Görris, Mar.-Maschinenbau-Inspector.
- Rudloff, Mar.-Schiffbau-Inspector, (c. z. Marineak. u. Schule).
- Hofsfeld, desgl.
- Bertram, Mar.-Maschinenbau-Inspector.
- Schrödter, Mar.-Schiffbau-Inspector.
- Petzsch, Mar.-Maschinenbau-Inspector.
- Lehmann, desgl.
- Kasch, Mar.-Schiffbau-Inspector.
- Busley, Professor, Mar.-Maschinen-Baumeister, (c. z. Marineak. u. Schule).
- Veith, desgl.
- Uthemann, desgl.
- Johow, Mar.-Schiff-Raumeister.
- Eickenrodt, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Ofers, desgl.
- Lechner, desgl.
- Schwarz, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Stieber, Mar.-Hafen-Baumeister.
- Bonhage, Mar.-Bauführer des Maschinenbaufaches.
- Bürkner, desgl. des Schiffbaufaches.
- Göcke, desgl. desgl.
- Hölzermann, desgl. desgl.
- Konow, desgl. desgl.
- Reimers, desgl. desgl.
- Schmid, desgl. desgl.
- Schultz, desgl. desgl.
- Städing, desgl. des Maschinenbaufaches.

b) Werft in Wilhelmshaven.

Hr. Guyot, Wirkl. Geheimer Baurath, Schiffbau-Director.
- Bauck, Geheimer Baurath, Maschinenbau-Director.
- Rechtern, Mar.-Ober-Baurath, Hafenbau-Director.
- Lindemann, Mar.-Baurath, Schiffbau-Betriebsdirector.
- Dübel, desgl. Maschinenbau-Betriebsdirector.
- Mechlenburg, Mar.-Baurath und Maschinenbau-Inspector.
- Hoffert, desgl. desgl.
- Bieske, Mar.-Hafenbau-Inspector.
- Rauchfufs, Mar.-Schiffbau-Inspector.
- Wiesinger, desgl.
- Heeren, Mar. Hafenbau-Inspector.
- Nott, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Thämer, desgl.
- Janke, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Graeber, desgl.
- Brinkmann, desgl.
- Giese, desgl.
- Plate, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Schöner, Mar.-Hafen-Baumeister.
- Flach, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Richter, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Peck, desgl.
- Hüllmann, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Fritz, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Arendt, Mar.-Bauführer des Schiffbaufaches.
- Bockhacker, desgl. desgl.
- Collin, desgl. des Maschinenbaufaches.
- Eichhorn, desgl. des Schiffbaufaches.
- Pilatus, desgl. desgl.
- Schirmer, desgl. desgl.
- Seifert, desgl. des Maschinenbaufaches.

c) Werft in Danzig.

Hr. Zeysing, Geheimer Baurath und Schiffbau-Director.
- Schulze, Mar.-Baurath und Maschinenbau-Betriebsdirector.
- C. Müller, Mar.-Baurath und Mar.-Hafenbau-Inspector. — Hafenbau-Director (char.).
- Weispfenning, Mar.-Maschinenbau-Inspector.
- von Lindern, Mar.-Schiffbau-Inspector.
- Thomsen, Mar.-Maschinenbau-Inspector.
- Kretschmer, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Köhn von Jaski, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Gromsch, Mar.-Hafen-Baumeister.
- Klamroth, Mar.-Maschinen-Baumeister.

3. Bei der Inspection des Torpedowesens in Kiel.

Hr. Schunke, Mar.-Ober-Baurath, Schiffbau-Director.
- Scheit, Mar.-Maschinen-Baumeister.

4. Bei den Marine-Intendanturen.

Hr. Bugge, Intendantur- und Baurath in Wilhelmshaven.
- Krafft, Garnisonbau-Oberingenieur in Kiel.

# Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie des Bauwesens.

(Am 1. December 1890.)

Präsident: Hr. Wirklicher Geheimer Rath, Ministerial-Director Schneider, Excellenz
Stellvertreter: Hr. Geheimer Regierungsrath Professor Ende.

## *A.* Abtheilung für den Hochbau.

### 1. Ordentliche Mitglieder.

1. Hr. Geheimer Ober-Baurath Professor Adler.
2. - Geheimer Ober-Regierungsrath Spieker, Abtheilungs-Dirigent.
3. - Geheimer Ober-Regierungsrath Persius.
4. - Geheimer Regierungsrath und Professor Raschdorff.
5. - Geheimer Regierungsrath Professor Ende, Stellvertreter des Präsidenten und des Abtheilungs-Dirigenten.
6. - Professor Jacobsthal.
7. - Baurath Heyden.
8. - Geheimer Regierungrath und Professor Otzen.
9. - Stadt-Baurath Blankenstein.
10. - Baurath Schmieden.
11. - Geheimer Ober-Regierungsrath Cornelius.
12. - Architekt von Grofsheim.
13. - Ober-Baudirector Endell.
14. - Regierungs- und Baurath Emmerich.
15. - Geheimer Ober-Baurath Nath.

### 2. Aufserordentliche Mitglieder.

1. Hr. Geheimer Regierungsrath Voigtel in Köln.
2. - Geheimer Regierungsrath u. Professor Hase in Hannover.
3. - Baurath und Director Lüdecke in Breslau.
4. - Ober-Baurath und Professor Lang in Karlsruhe.
5. - Wirkl. Geh. Ober-Regierungsrath Dr. Schöne } in Berlin.
6. - Director und Professor von Werner } in Berlin.
7. - Geheimer Regierungsrath Dr. Dohme } in Berlin.
8. - Maler und Professor Geselschap } in Berlin.
9. - Baurath und Professor Giese in Dresden.
10. - Professor und Ober-Baurath Dr. von Leins in Stuttgart.
11. - Hof-Baudirector von Egle in Stuttgart.
12. - Ober-Baudirector von Siebert in München.
13. - Professor und Baurath Kühn } in Berlin.
14. - Professor und Bildhauer F. Schaper } in Berlin.
15. - Geheimer Baurath Lorenz } in Berlin.
16. - Geheimer Ober-Regierungsrath Dr. Jordan } in Berlin.
17. - Architekt, Baurath Schwechten } in Berlin.
18. - Geheimer Ober-Baurath Voigtel } in Berlin.
19. - Geheimer Postrath Skalweit } in Berlin.

---

## *B.* Abtheilung für das Ingenieur- und Maschinenwesen.

### 1. Ordentliche Mitglieder.

1. Hr. Wirklicher Geheimer Rath, Ministerial-Director Schneider, Excellenz, Präsident.
2. - Wirklicher Geheimer Ober-Baurath Schwedler, Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten.
3. - Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath Kinel, Abtheilungs-Dirigent.
4. - Geheimer Ober-Regierungsrath Streckert.
5. - Wirklicher Geheimer Ober-Baurath Baensch.
6. - Ober-Baudirector A. Wiebe.
7. - Geheimer Ober-Baurath L. Hagen.
8. - Geheimer Commerzienrath Schwartzkopff.
9. - Wirklicher Geheimer Ober-Baurath Wex, Eisenbahn-Directions-Präsident.
10. - Geheimer Ober-Baurath Stambke.
11. - Geheimer Ober-Baurath Kozlowski.
12. - Geheimer Baurath Dresel.
13. - Geheimer Baurath Lange.
14. - Professor Müller-Breslau.
15. - Geheimer Ober-Baurath Siegert.

### 2. Aufserordentliche Mitglieder.

1. Hr. Civilingenieur Veit-Meyer in Berlin.
2. - Geheimer Regierungsrath Prof. Launhardt in Hannover.
3. - Ober-Baurath Dr. Scheffler in Braunschweig.
4. - Wasser-Baudirector Nehls in Hamburg.
5. - Ober-Baudirector Franzius in Bremen.
6. - Geh. Regierungsrath u. Professor Dr. v. Helmholtz } in Berlin.
7. - Geh. Regierungsrath Dr. Werner von Siemens } in Berlin.
8. - Geh. Rath, Director und Professor Dr. von Bauernfeind in München.
9. - Professor O. Grove in München.
10. - Professor Bauschinger daselbst.
11. - Geheimer Rath, Professor Dr. Zeuner } in Dresden.
12. - Geheimer Finanzrath Köpcke } in Dresden.
13. - Wasser-Baudirector Schmidt } in Dresden.
14. - Ober-Baurath von Brockmann in Stuttgart.
15. - Geheimer Admiralitätsrath Wagner in Berlin.
16. - Kaiserl. Geh. Regierungsrath a. D. Wöhler in Hannover.
17. - Baudirector und Professor Honsell in Karlsruhe.
18. - Geheimer Ober-Regierungsrath Kunisch in Berlin.
19. - Regierungs- und Baurath von Münstermann in Breslau.

---

**Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.**